

Вопросы терминологии и классификация инверторов

Часть 2

Евгений Силкин (elsi-mail@ya.ru)

Важнейшим классификационным признаком для инверторов, безусловно, следует считать характер электромагнитных процессов в силовой части (фактически – принцип действия). Инверторы разделяют на три класса: инверторы напряжения, инверторы тока и согласованные инверторы. Резонансные инверторы являются частным случаем в классе согласованных инверторов.

В первой части статьи [1] приводились, в том числе, примеры и анализ неудачной терминологии, применяемых определений и понятий в области энергетической электроники, в частности из упомянутых в этом материале статей International Electrotechnical Vocabulary (IEV) и русскоязычной версии Международного электротехнического словаря (МЭС), где, кроме прочего, отмечаются неточности переводов и интерпретации некоторых терминов и определений либо даже, в отдельных случаях, и элементарная неприменимость их к реальным вещам.

Конечно, и к другим (даже многим не рассмотренным, в том числе, в [1]) понятиям из МЭС (и IEV, соответственно, также) имеются вопросы. Стандарт не должен быть сборником отличающихся высказываний, которые кем-то (и когда-то) были использованы. Советские нормативные документы, в частности, этого не допускали (например, в них можно было найти разумное ограничение: «Применение терминов-синонимов стандартизованного термина запрещается» (ГОСТ 17703-72 или ГОСТ 23414-84)). Но если к материалам IEV целесообразны лишь замечания, то

к источникам на русском языке следует уже предъявить претензии. «Гармонизация» не должна быть источником ошибок (противоречить действующим стандартам и известным представлениям) или являться средством получения из этого только «дохода» (последнее, однако, тема иной статьи).

Что же касается рассматриваемой темы – инверторной преобразовательной техники, то в настоящее время в РФ в этой области по итогам «гармонизации», можно утверждать, в некоторых вопросах наблюдается «возврат» к представлениям 2-й половины 60-х – начала 70-х годов прошлого века [2]: «По характеру протекающих в схеме электромагнитных процессов автономные инверторы подразделяются на инверторы тока и инверторы напряжения». Такая же классификация приводится и, например, в книге [3], являющейся переводом с английского, а также, с большой долей вероятности, в упомянутых выше ([1]) источниках [4, 5] на русском языке. Есть и другие примеры. Конечно, можно принять (с целью «гармонизации» с зарубежными представлениями, сегодня у нас активно внедряемой, и не выделять, например, резонансные, точнее, согласованные инверторы в самостоятельный класс) то, что было на ранних этапах развития преобразовательной техники, в частности в 70-х годах XX века [6]: «Чёткую границу между инверторами тока и резонансными инверторами провести трудно», поэтому «в литературе резонансные инверторы иногда не выделяют в отдельный класс схем, рассматривая их как частный случай инверторов тока», работающих с «прерывистыми входными токами». Такой подход, заметим, долгое время сохра-

нялся в зарубежной литературе [7], но даже там ситуация изменилась. А в отечественных источниках (кроме вышеприведённого [2]), в том числе в пособиях для вузов [8], читаем: по своим свойствам АИР (автономные резонансные инверторы) «в зависимости от соотношения параметров и схемы могут быть близки либо к инверторам тока, либо к инверторам напряжения. В первом случае источник питания обладает высоким сопротивлением для переменной составляющей входного тока (источник тока), а во втором – малым сопротивлением (источник напряжения)»; «АИР с питанием от источников тока называются инверторами с закрытым входом, а питающиеся от источников напряжения – с открытым входом»; «резонансным инверторам свойственен недостаток, заключающийся в том, что напряжения на элементах схемы могут в несколько раз превышать напряжение питания»; одним из способов «ограничения напряжения на элементах АИР является включение обратных или встречных диодов». При этом следует указать, что степень «близости АИР» к инверторам тока и напряжения (как и сама «близость» [8]) не имеет никакого отношения к тому, «обладает» ли резонансный инвертор «закрытым» или «открытым» входом (по какой схеме реализуется), и тем более к тому, от какого источника (напряжения или тока) он питается и даже какое сопротивление «для переменной составляющей входного тока» такой источник питания имеет (всё это совершенно разные и не связанные с темой вопросы, которые никак не допускают подобной путаницы).

В сети Интернет опубликованы лекции кафедры «Радиоэлектроника» ДГТУ (Ростов-на-Дону, лекция № 5, автор Н.В. Руденко) [9], в которых приводится классификация инверторов в зависимости от «способа управления или коммутации переключающими устройствами». Согласно этим лекциям, «различают два основных класса инверторов: инверторы с самовозбуждением, или автономные инверторы, и инвер-

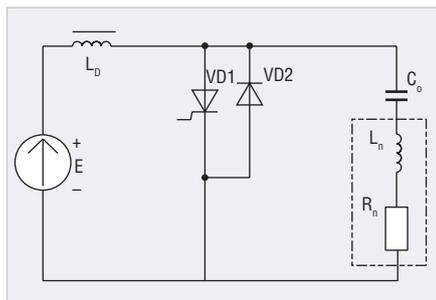


Рис. 1. Одноключевой согласованный инвертор с закрытым входом и резонансной коммутацией

торы с независимым возбуждением (ведомые сетью)». Далее со ссылкой на ГОСТ 23414-84 и, вероятно, в доказательство приводятся и определения для каждого класса: автономный инвертор – это «полупроводниковый инвертор, в котором коммутация полупроводниковых приборов осуществляется под действием напряжения, обусловленного элементами, входящими в состав полупроводникового инвертора»; ведомый инвертор – это «полупроводниковый инвертор, в котором коммутация полупроводниковых приборов осуществляется под действием напряжения, обусловленного внешними по отношению к полупроводниковому инвертору источниками электрической энергии...». Подобное, в принципе, даже не имеет смысла комментировать.

В [10] в соответствии с «современным подходом» деления автономных инверторов на инверторы тока и напряжения не только одноключевой резонансный инвертор Л.Г. Кощеева (см. рис. 1) отнесён к инверторам тока, но и все остальные приведённые в статье инверторы (кроме классического параллельного инвертора тока) неправильно отнесены к инверторам напряжения. В [10] рассматриваются на самом деле только резонансные (согласованные) инверторы и кратко упоминаются классические однофазные мостовые параллельные инверторы тока. Никаких инверторов напряжения и «инверторов тока типа чоппер» в указанной переводной статье нет, а авторы перевода своим примечанием относительно одноключевого резонансного инвертора («ячейковый» инвертор), ошибочно называемого в статье «инвертором тока», ясности не вносят.

В статье [11] даётся оценка потенциальных возможностей резонансного инвертора с удвоением частоты и встречно-параллельными диодами, а также противопоставляется ему резонансный (последовательный) инвертор, называемый почему-то «последовательным инвертором напряжения».

В работе [12] автор, ссылаясь на зарубежные статьи, классический полумостовой инвертор напряжения, известный из учебников по преобразовательной технике на русском языке на протяжении более полувека, классифицирует как «нерезонансный инвертор напряжения», а «обычный» и просто «резонансный» (или согласованный) инвертор обозначает «резонансным инвертором напря-

жения» (последнее устройство предложено Л.Г. Кощеевым [13] в 1959 г. и известно в литературе также как «схема резонансного [14] инвертора М. Депенброка»). Всё это переходит, в частности, в диссертацию [15]. Если существует (согласно [12, 15]) «резонансный (нерезонансный) инвертор напряжения», значит, может существовать и «резонансный (или нерезонансный, бirezонансный, полirezонансный, мультирезонансный и прочее аналогичное) инвертор тока»? В статьях [16, 17] инвертор тока со стабилизирующим диодом и резонансной (квазирезонансной) коммутацией (рассмотренный также в [18, 19] (см. рис. 2), реализующийся как на однооперационных, так и на полностью управляемых вентилях, предложенный в 1987 г. (авторское свидетельство СССР № 1683150), «принцип» которого был сформулирован в 1985 г., названный автором и всегда являвшийся инвертором тока) действительно классифицируется как «резонансный инвертор тока». Последнее неприемлемо в принципе и противоречит всем устоявшимся представлениям (инвертор тока не может одновременно быть резонансным [19], как и наоборот). Заметим, что ещё в 1971 г. была опубликована статья В.Ф. Дмитрикова [20], в которой анализировались коммутационные процессы в «последовательном» инверторе с обратными диодами, названном «резонансным» инвертором. В 1972 г. в работе [21] Г.В. Ивенский и А.Е. Писклов привели классификацию «резонансных инверторов». В данной статье резонансными инверторами названы преобразователи, в которых благодаря применению «последовательного резонансного LC-контура ток управляемого вентиля в течение всего интервала проводимости изменяется во времени по колебательному закону». «Обычно он (ток)», отмечают авторы, «близок по форме к полуволне синусоиды, поэтому скорости нарастания анодного тока di_A/dt небольшие». Авторы статьи также пишут, что «источник питания резонансного инвертора представляет собой генератор ЭДС или тока». В качестве генератора ЭДС используется выпрямитель с ёмкостным фильтром или аккумуляторная батарея. Инверторы, «питающиеся от генератора ЭДС, можно назвать инверторами с открытым входом, поскольку цепь источника их питания практически не обладает сопротивлением для переменной

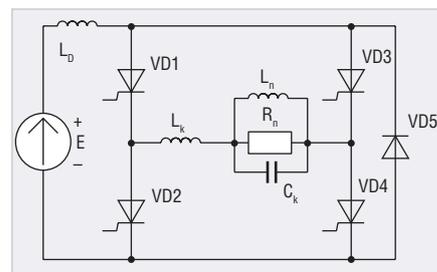


Рис. 2. Инвертор тока со стабилизирующим диодом и квазирезонансной коммутацией

составляющей тока» [21]. В качестве генератора тока используются также выпрямитель или аккумуляторная батарея, но «при этом в цепь питания инвертора должен быть включён реактор с большой индуктивностью» [21]. Инверторы, питающиеся от (такого) генератора тока, можно назвать «инверторами с закрытым входом» [23]. Далее авторы отмечают [21], что «формально» инверторы, питающиеся от генератора ЭДС, можно было бы назвать инверторами напряжения, а питающиеся от генератора тока – инверторами тока. Однако «для резонансных инверторов это нецелесообразно, так как в большинстве из них кривые напряжений и токов через вентиль имеют форму, не характерную ни для инверторов тока, ни для инверторов напряжения» [21]. Здесь заметим, что подобное описание для автономных резонансных инверторов как самостоятельного класса вентильных преобразовательных схем и сегодня кажется исчерпывающим. В заключение же в работе [21] указывается, что приведённая авторами «классификация резонансных автономных инверторов позволяет ориентироваться в многообразии схем резонансных инверторов, детально сравнивать различные схемы, а также разработать общую методiku их расчёта». Этим заключением подчёркивается значимость правильной классификации инверторных схем и применяемой терминологии.

Смешение классов инверторных схем недопустимо, в том числе с методологической точки зрения, однако подобное начиная с конца 90-х годов XX века имеет место во многих российских публикациях. Чаще всего смешивают автономные резонансные (согласованные) инверторы с инверторами напряжения. В статье [22] типичный резонансный инвертор классифицируется как «резонансный инвертор тока». Это устройство было запатентовано (авторское свидетельство СССР № 1385210) в 1988 г. под названием «инвертор» (на

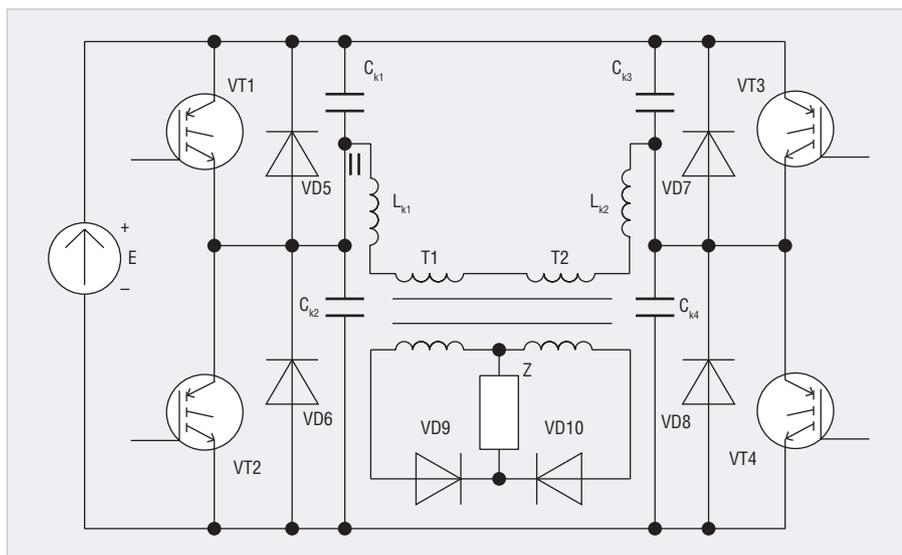


Рис. 3. Однофазный мостовой инвертор напряжения с квазирезонансной коммутацией

самом деле запатентован был, уточним, не инвертор, а преобразователь частоты с явно выраженным звеном постоянного тока на основе полностью управляемого выпрямителя и резонансного инвертора с закрытым входом). В тексте описания к свидетельству № 1385210 говорится о том, что «индуктивности полуобмоток (коммутирующего) дросселя с учётом индуктивности первичной цепи (согласующего нагрузочного) трансформатора и ёмкости (коммутирующих) конденсаторов выбраны так, что разряд носит колебательный характер с частотой собственных колебаний, равной рабочей частоте преобразователя». То есть, очевидно, в авторском свидетельстве № 1385210 речь идёт о резонансном инверторе. Почему в статье 2008 г. её авторы отходят от установившейся (правильной советской) классификации, остаётся загадкой. Ещё одна проблема обозначена, например, в [23]. Автор пишет, что им «был проведён обзор работ, в которых составлялись классификации преобразователей», «однако в ряде работ необоснованно используются различные названия для обозначения одного и того же преобразователя». По результатам обзора им «был предложен свой вариант классификационной диаграммы». Трудно не согласиться с первым тезисом в [23], однако вряд ли целесообразным в большинстве случаев будет к «различным названиям для обозначения одного и того же» добавлять ещё и «новые названия». Устройство на основе инвертора напряжения (см. рис. 3) с квазирезонансной коммутацией (однофазного мостового «параллельного») в [23] было названо «комбинированным

двухтрансформаторным преобразователем с обратным ключом и мягким включением». Продолжать далее аналогичные перечисления по теме – вероятно, неблагоприятная задача.

Обоснованным представляется, что к типу (или классу) автономных инверторов следует относить преобразователи электрической энергии, содержащие все необходимые и достаточные элементы, системы (цепи) и функции для обеспечения основного назначения – (одноступенчатого или однокаскадного, однозвенного) преобразования постоянного тока в переменный. То есть вывод, что все инверторы (кроме управляемых выпрямителей, работающих в инверторном режиме, или, иначе, инверторов, ведомых сетью) относятся к автономным устройствам, по мнению автора настоящей статьи, имеет полное право на существование – поэтому далее в тексте автономные инверторы называются просто инверторами, без дополнительного уточнения, что инвертор является автономным (кроме случаев, где такое упоминание всё-таки необходимо и при цитировании).

Важнейшим (и основным) классификационным признаком для инверторов, безусловно, следует считать характер электромагнитных процессов в силовой части (фактически – принцип действия). Нельзя согласиться с тем, что такая классификация является «условной» или «нестрогой», или, тем более, «формальной», о чём иногда необоснованно говорится в некоторых источниках. Очевидно, что правильно классифицировать (автономные) инверторы по принципу действия возможно только при учёте особенностей схемы

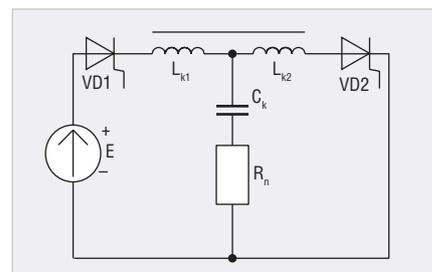


Рис. 4. Согласованный инвертор, выполненный по несимметричной схеме в силовой части

устройства, параметров элементов и режима работы. Другие классификационные признаки, в частности тип схемы компенсации реактивности нагрузки и схемы вентильного блока (схемы соединения вентилей), число фаз, вид коммутации, место включения нагрузки, вариант подключения источника энергии, тип используемых вентилей, вид возбуждения, способ регулирования и прочие, являются второстепенными и уточняющими. Только определение характерных особенностей электромагнитных процессов позволяет однозначно установить, с каким устройством мы имеем дело, какой оно обладает внешней характеристикой, какие имеет переходные режимы, какие у него предельные энергетические параметры, как его анализировать, как им управлять, как правильно проектировать на его основе преобразователь и где и как его можно эффективно применить.

Для инверторов при этом имеют место следующие три отличающиеся случая, которые можно выделить:

1. $Z_{in} \ll Z_n$ (кажущийся внутренний импеданс инвертора Z_{in} намного меньше кажущегося импеданса нагрузки Z_n).
2. $Z_{in} \gg Z_n$ (кажущийся внутренний импеданс инвертора намного больше кажущегося импеданса нагрузки) – в этой ситуации ток (конечно, динамический) в выходной цепи устройства в основном определяется импедансом инвертора и слабо зависит или не зависит от импеданса нагрузки; для реальных устройств импедансы могут различаться приблизительно на порядок и более.
3. $Z_{in} \rightarrow Z_n$ ($Z_{in} = Z_n$ или, в общем случае, $Z_{in} = Z_n^*$, где Z_n^* является комплексносопряжённым числом для Z_n , инвертор и нагрузка считаются согласованными по мощности).

В первом случае имеем «инвертор напряжения» (voltage source inverter), во втором – «инвертор тока» (current source inverter), а в третьем – «согла-

сованный (по мощности) инвертор» (matched inverter). Именно оценка соотношения импедансов может быть безальтернативным достаточным критерием отнесения инвертора к одному из трёх возможных классов устройств.

Заметим, что в [25] в соответствии с определениями «инвертор напряжения» и «инвертор тока» на русском языке поставлены иные словосочетания на английском языке, не идентичные определениям IEV, а именно voltage inverter (МЭС 551-12-11) и current inverter (МЭС 551-12-12).

«Согласование по мощности» – это то, под чем обычно и понимается согласование с нагрузкой (при равенстве или согласованности или близости импедансов) любого активного двухполюсника, каковым может быть представлен и инвертор. Справедливо, вероятно, также было бы считать (с определёнными упрощениями), исходя из характеризующих отношений импедансов инвертора и нагрузки, что инвертор напряжения – это инвертор, «согласованный по напряжению», а инвертор тока – инвертор, «согласованный по току». Однако последнее является верным (в большинстве практических случаев) именно для «переходных» отклонений или процессов (а понятия «инвертор напряжения» и «инвертор тока» являются давно известными и общепринятыми в терминологии по преобразовательной технике в РФ и за рубежом).

Что же касается «резонансных инверторов» (resonant inverter), то указанные устройства являются «классически» согласованными (по мощности, иначе – по импедансам). При проектировании практических устройств с резонансными инверторами расчёт параметров элементов ведут на так называемый «номинальный» режим, при котором выходная мощность инвертора максимальна (критерий согласования). При этом для резонансных инверторов также применяют понятие «волнового сопротивления» (или, точнее, «характеристического сопротивления») эквивалентного последовательного LC-контура коммутации, как и для характеристики, например, волновых свойств длинных линий. Резонансные инверторы представляют собой частный случай в классе согласованных инверторов, а именно устройств, согласованных по мощности. То есть резонансный

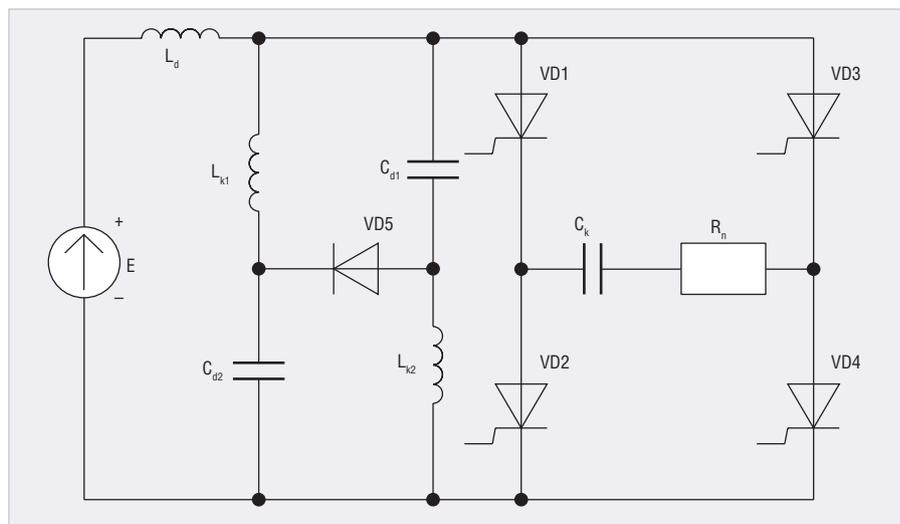


Рис. 5. Однофазный мостовой согласованный инвертор с отсекающим диодом и непрямой коммутацией (с закрытым входом)

инвертор – это согласованный инвертор (обычно, но не всегда) с резонансной коммутацией (о способах коммутации вентилей в инверторах будет сказано далее). Неудобство и, в определённом смысле, некорректность применения в некоторых случаях определения «резонансный инвертор» можно уяснить, в частности, из примера классического несимметричного (последовательного согласованного) инвертора (см. рис. 4), рассмотренного, в том числе, в [26] (и названного там «последовательным резонансным инвертором»). В [26] относительно этого инвертора сказано, что «в зависимости от соотношения собственной частоты ω_0 инвертора и рабочей частоты ω возможны три режима работы последовательного инвертора: $\omega_0 > \omega$ – режим естественного выключения тиристоров..., в этом режиме ток открытого тиристора спадает до нуля раньше, чем отпирается очередной тиристор, ток нагрузки получается прерывистым; $\omega_0 = \omega$ – граничный режим..., в этом режиме ток открытого тиристора спадает до нуля в момент отпираания очередного тиристора, ток нагрузки начально непрерывен; $\omega_0 < \omega$ – режим принудительной коммутации..., в этом режиме ток открытого тиристора в момент коммутации отличен от нуля и напряжение на нагрузке имеет форму, близкую к прямоугольной, ток нагрузки непрерывен..., наблюдается режим с перекрытием токов, входной ток инвертора непрерывен, и такой инвертор нерезонансный». Возникает закономерный вопрос: каким же он является? Незначительное изменение режима работы, очевидно, не должно приво-

дить к изменению (принципа действия) принадлежности инвертора к заданному классу или выпадению устройства из общей классификационной схемы (классификационной диаграммы). Существует, отметим, также большое число иных технических решений (и режимов работы), которые нельзя отнести к резонансным инверторам или резонансным режимам (и, тем более, к инверторам напряжения или к инверторам тока). В некоторых устройствах возможна реализация различных способов коммутации вентилей без изменения общей принадлежности инвертора к определённому классу схем. В последовательных (резонансных, точнее, согласованных) инверторах с отсекающими диодами (см. рис. 5) коммутация вентилей не является «резонансной» (и, по сути, их «нельзя было бы называть резонансными»). Но такие инверторы, как и классические резонансные инверторы, можно утверждать, «согласованы по мощности». Уточним, что оценку кажущегося внутреннего импеданса инвертора, моделируемого (в этом случае) активным двухполюсником, осуществляют для частоты первой (основной) гармоники выходного сигнала (частоты, равной частоте управления основного вентиля (вентилей), увеличенной в n раз, где $n=1, 2, 3...$ – коэффициент умножения частоты; схему замещения составляют для межкоммутационного интервала – интервала проводимости основного вентиля(ей), который считают идеальным электрическим ключом; идеальные источники напряжения закорачивают, а идеальные источники тока и нагрузочную

цепь размыкают; импедансы реактивных элементов схемы рассчитывают на частоте первой гармоники устройства [27]).

В третьей части статьи будут рассмотрены основные виды коммутации вентилей в инверторах и их применяемые на практике комбинации, а также дано определение коммутационного цикла в вентильных устройствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Силкин Е. Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 1. Современная электроника. 2018. № 6. С. 74–78.
2. Лукутин Б.В., Обухов С.Г. Силовые преобразователи в электроснабжении: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 144 с.
3. Рама Редди С. Основы силовой электроники. – М.: Техносфера, 2006. – 288 с.
4. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника: учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 632 с.
5. Розанов Ю.К., Воронин П.А., Рывкин С.Е. и др. Справочник по силовой электронике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – 472 с.
6. Розанов Ю.К. Основы силовой преобразовательной техники: учебник для техникумов. – М.: Энергия, 1979. – 392 с.
7. Энергетическая электроника: справочное пособие. Пер. с нем. под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 464 с.
8. Медведев В.А. Расчёт автономных резонансных инверторов для индукционного нагрева: учебно-методическое пособие для вузов. – Тольятти: ТГУ, 2010. – 47 с.
9. https://studopedia.ru/10_275351_1-osnovnie-ekspluatatsionnie-harakteristiki-invertorov.html
10. Лавлесс Д.Л., Кук Р.Л., Руднев В.И. Характеристики и параметры источников питания для эффективного индукционного нагрева. Силовая электроника. 2007. № 1. С. 94–98.
11. Дзиев С.В. Сравнительный анализ схем транзисторных инверторов: www.chernetsov.ru
12. Патанов Д.А. Общие проблемы снижения коммутационных потерь в инверторах напряжения. Схемотехника. 2001. № 7. С. 18–22.
13. А. с. 120586 СССР, МКИ H02 M 7/523. Последовательный инвертор/ Л.Г. Кощеев // Б.И. – 1959. – № 12.
14. Васильев А.С. Статические преобразователи частоты для индукционного нагрева. – М.: Энергия, 1974. – 176 с.
15. Афанасьев А.М. Полупроводниковый преобразователь комбинированной структуры для установок высокочастотного индукционного нагрева. – Саратов: СГТУ им. Гагарина, 2016. – 184 с.
16. Белкин А., Исхаков И., Таназлы Г. и др. Индукционная установка для разогрева крайних ниппелей кронштейнов анододержателей. Силовая электроника. 2005. № 1. С. 100–103.
17. Болотовский Ю., Таназлы Г. Опыт моделирования систем силовой электроники в среде OrCAD 9.2. Силовая электроника. 2005. № 2. С. 90–98.
18. Силкин Е.М. Управление по вычислительному прогнозу параллельным инвертором тока со стабилизирующим диодом. Тез. докл. ВНТК, посвящ. микроэлектронике в машиностроении, 14–16 ноября 1989 г. Ульяновск, 1989. С. 81–84.
19. Силкин Е. Применение нулевых схем инверторов тока с квазирезонансной коммутацией. Силовая электроника. 2005. № 3. С. 84–87.
20. Дмитриков В.Ф. Анализ процессов принудительной коммутации в резонансном инверторе с обратными диодами. Электротехническая промышленность. 1971. Вып. 20. С. 25–28.
21. Ивенский Г.В., Писклов А.Е. Принципы построения схем и классификация резонансных автономных инверторов. Электротехническая промышленность. 1972. Вып. 7. С. 15–17.
22. Иванов В.А., Маркевич А.И. Резонансный инвертор тока. Труды Псковского политехнического института. 2008. № 11.3. С. 242–245.
23. Идрисов И.К. Комбинированный двухтрансформаторный преобразователь с обратным ключом и мягким включением. – Томск: ТУСУР, 2013. – 22 с.
24. Силкин Е. Элементы классификации автономных инверторов и свойства согласованного инвертора с резонансной коммутацией. Часть 1. Силовая электроника. 2017. № 4. С. 30–42.
25. Силовая электроника: краткий энциклопедический словарь терминов и определений / под ред. Ф.И. Ковалёва и М.В. Рябчицкого. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 90 с.
26. Чиженко И.М., Андриенко П.Д., Баран А.А. и др. Справочник по преобразовательной технике. – К.: Техніка, 1978. – 447 с.
27. Силкин Е. Элементы классификации автономных инверторов и свойства согласованного инвертора с резонансной коммутацией. Часть 4. Силовая электроника. 2018. № 1. С. 56–62. ©

НОВОСТИ МИРА

День радио «ЭРЕМЕКС»

На осеннем Дне радио в рамках выставки «ПТА-Москва» (ЦВК «Экспоцентр», павильон «Форум») 18 октября 2018 года компания «Эремекс» презентует новую версию САПР Delta Design 2.6. Команда разработчиков в максимально живом формате поделится с участниками семинара самой последней информацией о новом функционале.

Гости семинара узнают о векторе развития компании «Эремекс» и САПР Delta Design, в том числе разработчики расскажут о новом 3D-функционале. В рамках этой темы речь пойдёт о реализации автоматической коррекции взаимного положения посадочного места и 3D-модели корпуса компонента.

Специалисты «Эремекса» познакомят аудиторию с различными улучшениями в модуле подготовки к производству, в панели «Менеджер проекта» (она стала удобнее, из неё можно управлять компонентами и цепями как на схеме, так и на плате), в РСВ-редакторах и других модулях. Кроме того, речь пойдёт о готовящихся интеграциях, о тесной связке на уровне API PLM-системы «АСКОН ЛОЦМАН:PLM» и САПР электроники Delta Design. Будут рассмотрены часто задаваемые вопросы от пользователей системы.

Параллельно с презентациями будет работать демонстрационная зона, где на специально установленных компьютерах можно будет увидеть работу САПР Delta Design.



Насыщенная программа Дня радио «Эремекс» завершится викториной, розыгрышем ценных призов, а также небольшим фуршетом.

С программой семинара можно ознакомиться на сайте мероприятия (www.radioday.eremex.ru).

Участие в семинаре бесплатное. Необходимо предварительная регистрация.

Тел.: (495) 234-22-26 доб. 22410

E-mail: maksimova@expotronics.ru

Российский рынок DaaS

Объём российского рынка DaaS (Device-as-a-Service, устройство как сервис) в 2018 году достигнет 2,5 млрд руб., что на 20–25% больше итогов 2017 года. В дальнейшем рынок DaaS продолжит расти на 15–20% в год.

Эксперты Inventive Retail Group, управляющей специализированными магазинами электроники, детских и спортивных товаров, проанализировали формирующийся российский рынок DaaS. Первые проекты в РФ запустили транснациональные компании, у которых уже был опыт в Европе и Северной Америке.

Крупнейшие потребители DaaS – торговые сети федерального масштаба (40,7% от общего объёма российского рынка на август 2018 года), для которых мобильность сотрудников критически важна. Менее востребована подобная модель на производстве (19,8%), в медицине (11,8%) и ИТ (10,6%). «Облачное» владение гаджетами только начало проникать в банки (2,7%), госсектор (0,8%) и на транспорт (0,6%). Наибольшим спросом на рынке DaaS пользуются устройства топовых брендов – Apple и Samsung. Их совокупная доля превышает 80% от общего объёма российского рынка DaaS.

Крупнейшие интеграторы проектов Device-as-a-Service – компании-дистрибьюторы мобильной и компьютерной техники, специали-

зированные ритейлеры, розничные подразделения операторов связи. Лидером является управляющая сетями магазинов re:Store и Samsung компания Inventive Retail Group (20% доли по количеству проектов по итогам I квартала 2018 года). В общей сложности она сопровождает пятую часть всех проектов.

Сделки на рынке проводятся по отработанной модели лизинга, в которых финансовыми партнёрами выступают банки или специально созданные кредитные организации, такие как HP Finance Services (47,7% доля по выручке по итогам I квартала 2018 года), «Юникредит лизинг» (11,4%), «РБ Лизинг» (8,4%), «Северная Венеция» (7,8%), «Альфа-Лизинг» (4,7%). Пятёрка крупнейших игроков лизинговых услуг контролирует около 80% финансирования рынка DaaS.

Пресс-служба Inventive Retail Group

Глобальные расходы на безопасность IoT к 2023 году вырастут до \$6 млрд

Глобальные расходы на безопасность Интернета вещей (IoT) к 2023 году вырастут вчетверо по сравнению с 2018 годом – до \$6 млрд.

Согласно последнему прогнозу аналитиков Juniper Research, основными драйвера-

ми расходов являются бизнес-риски и минимальные нормативные стандарты.

Исследователи пришли к выводу, что вендоры недооценивают риски IoT, а регуляторы приняли недостаточные меры для защиты потребителей. На рынке «умного» дома расходы на IoT-безопасность в 2023 году будут занимать менее 17% рынка.



Эксперты обозначили серьёзные проблемы безопасности на рынке «умной» энергетики. В этом секторе на рост расходов оказывают влияние меры государственного регулирования, такие как GDPR. Ожидается, что через 5 лет они будут составлять \$1 млрд.

Дополнительным источником проблем безопасности станут периферийные вычисления, увеличивающие поверхность атаки.

Новости Интернета вещей

swissbit®
INDUSTRIAL MEMORY SOLUTIONS



Серия S-40: карты памяти SD и microSD для эффективных промышленных применений

- 4–32 Гбайт (MLC NAND Flash)
- SD 3.0 (2.0), SDHC, Class 6
- Передача данных до 24 Мбайт/с
- Автономная система управления данными
- Защита от пропадания напряжения
- Долгое время хранения данных при экстремальных температурах
- Резервирование встроенного программного обеспечения
- Сложный механизм распределения нагрузки и управления сбойными блоками
- Обновление параметров и встроенного программного обеспечения
- Контроль изменений в комплектации
- Инструменты для диагностики

Надёжные, прочные, экономичные

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



emerge

НОВОСТИ МИРА

**Международный форум
«Микроэлектроника 2018»**

С 1 по 6 октября 2018 года в г. Алуште (Республика Крым) при поддержке ДРЭП Минпромторга России, госкорпорации «Ростех», холдинговой компании «Росэлектроника» и Союза машиностроителей России состоится IV Международный форум «Микроэлектроника 2018». Организаторами одного из ключевых событий года в отечественной микроэлектронной отрасли выступают АО «НИИМА „Прогресс“», АО «НИИМЭ» и НИУ МИЭТ при информационной поддержке АРПЭ и Информационно-аналитического центра современной электроники.

В этом году ключевая тема форума будет напрямую связана с тенденцией по цифровизации российской экономики, выступающей одним из приоритетов стратегии развития информационного общества в государстве. Участники мероприятия сосредоточатся на вопросе технологической готовности радиоэлектронной отрасли промышленности для успешного построения цифровой экономики страны.

За 3 года успешной работы форум стал крупнейшим отраслевым событием, демонстрируя существенный рост количества делегатов от года к году. В 2017 году в мероприятии приняли участие более 400 специалистов в области радиоэлектроники, в том числе представители Российской академии наук и ведущих вузов страны. На площадке форума удалось консолидировать более 178 системообразующих отраслевых предприятий и образовательных учреждений из 34 городов России, а также Республики Беларусь, Республики Армения, Китайской Народной Республики.

Задачи форума:

- поддержание экспертного диалога по ключевым вопросам, направленным на развитие отрасли;
- отражение основных трендов и обсуждение последних тенденций использования микроэлектронных разработок и конечных продуктов в смежных отраслях;
- конструктивный диалог специалистов различных направлений и разных поколений микроэлектронной отрасли;
- уникальная возможность встретиться «лицом к лицу» и создать более продуктивные алгоритмы взаимодействия всем участникам рынка: от разработчиков до производителей и дистрибьюторов.

Целевая аудитория: эксперты с мировым именем, молодые инженеры и разработчики, разработчики и потребители продукции ЭКБ, интеграторы, поставщики решений, представители федеральных и региональ-

ных органов государственной власти Российской Федерации, научных и образовательных учреждений, а также смежных секторов направлений науки и бизнеса.

Деловая программа форума включает доклады представителей ключевых отраслевых компаний и учебных заведений, тематические сессии, дискуссии и круглые столы, направленные на генерирование решений для развития отрасли в условиях современной экономической ситуации. Особое внимание будет уделено вопросам актуальных тенденций и проблематике в области производства готовой аппаратуры. В мероприятиях примут участие ведущие эксперты и представители лидирующих организаций в области разработки и производства радиоэлектроники, а также представители профильного научного сообщества.

Спикеры рассмотрят стоящие перед отраслью задачи, решение которых позволит отечественным предприятиям успешно конкурировать на рынке аппаратуры и электронной компонентной базы по перспективным технологическим направлениям. Внимание в этом вопросе будет уделено роли государственной политики в области создания регуляторных механизмов и преференций для отечественных игроков, а также возможных путей формирования и защиты перспективных внутренних рынков. Деловая программа затронет стратегически важный для отрасли вопрос создания условий для трансфера технологий, в том числе через развитие партнёрских отношений с ведущими мировыми разработчиками и производителями, в первую очередь с иностранными компаниями, имеющими производство радиоэлектронной аппаратуры на территории РФ и выпускающими конечную продукцию. Кроме того, эксперты обсудят необходимость принятия ряда программных решений и поделятся своим видением перспектив развития таких направлений как стандарт связи 5G и Интернет вещей, а также применения его в промышленности.

В рамках форума состоится финал «Фестиваля инноваций» – уникального конкурса, направленного на выявление и поддержку инновационных проектов в области микроэлектроники, ориентированных на выпуск передовой гражданской продукции. Цель проведения конкурса – объединение усилий инвестиционных, академических и технологических компаний для развития цифровой экономики России, а также реализации стратегии импортозамещения.

Ключевым мероприятием IV Международного форума «Микроэлектроника 2018»

станет 4-я Международная научная конференция «Микроэлектроника – ЭКБ и электронные модули». Почётным президентом конференции выступит руководитель межведомственного Совета главных конструкторов по электронной компонентной базе РФ, академик РАН доктор технических наук профессор Геннадий Яковлевич Красников.

Программа конференции включает в себя пленарное заседание, итоговый круглый стол и ряд тематических секций по основным направлениям микроэлектронного кластера. Модерировать секции будут ведущие представители отрасли.

Секция 1 – «Навигационно-связные СБИС и модули». Модераторы – к.т.н. И.Л. Корнеев (АО «НИИМА „Прогресс“»), к.т.н. В.Б. Стещенко (АО «РКС»).

Секция 2 – «Высокопроизводительные вычислительные системы». Модераторы – д.ф.-м.н. Г.Ю. Хренов (АО «Байкал Электроникс»), к.т.н. И.Н. Бычков (АО «МЦСТ»).

Секция 3 – «Информационно-управляющие системы». Модераторы – д.т.н. А.Л. Перверзев (НИУ МИЭТ), д.т.н. А.Н. Якунин (НИУ МИЭТ), П.М. Еремеев (АО «НИИ „Субмикрон“»).

Секция 4 – «Технологии и компоненты микро- и наноэлектроники». Модераторы – д.т.н. Н.А. Шелепин (АО «НИИМЭ»), д.т.н. М.Г. Путря (НИУ МИЭТ).

Секция 5 – «Изделия микро- и оптоэлектроники общего и специализированного назначения». Модераторы – д.т.н. С.Г. Бобков (ИППМ РАН) д.т.н. А.Ю. Никифоров (ИЭПЭ НИЯУ МИФИ), Ю.В. Максимов (АО «ИСС»).

Секция 6 – «Моделирование электронных компонентов и систем». Модераторы – д.т.н. С.Г. Русаков (член-корреспондент РАН), Ю.В. Завалин (АО «НИИМА „Прогресс“»).

Секция 7 – «СВЧ интегральные схемы и модули». Модераторы – д.т.н. Ю.В. Колковский (АО «НПП „Пульсар“»), д.т.н. П.В. Панасенко (АО «НИИМЭ»), к.т.н. И.И. Мухин (АО «НИИМА „Прогресс“»).

Секция 8 – «Микросистемы». Модераторы – д.т.н. С.П. Тимошенко (НИУ МИЭТ), к.ф.-м.н. Н.А. Дюжев (НТЦ НМСТ).

Секция 9 – «Технологическое и контрольно-измерительное оборудование для производства микросхем и полупроводниковых приборов». Модераторы – к.т.н. М.Г. Бирюков (ОАО «НИИТМ»), Д.Н. Тужилин (НПЦ «Лазеры и аппаратура»), Д.Л. Сапрыкин (ассоциация «Электронное машиностроение»).

Секция 10 – «Материалы микро- и наноэлектроники». Модераторы – член-корреспондент РАН д.х.н. Б.Г. Грибов (ФГУП «ГНИИ ОСЧМ»), к.х.н. В.П. Бокарев (АО «НИИМЭ»).

www.microelectronica.pro

POWER ELECTRONICS



15-я Международная выставка
компонентов и систем
силовой электроники

23-25 октября 2018
Москва, Крокус Экспо

Силовая Электроника


Approved
Event

Единственная в России
специализированная
выставка компонентов
и систем силовой электроники
для различных отраслей
промышленности



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (812) 380 6003/07/00
power@primexpo.ru

Подробнее о выставке
powerelectronics.ru





ПОДПИСКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ

УЖЕ ОПЛАЧЕНА

РЕКЛАМОДАТЕЛЯМИ

ОФОРМИТЕ БЕСПЛАТНУЮ ПОДПИСКУ НА 2019 ГОД!



3 идентичные версии: печатная, электронная, мобильная



Мобильное приложение



App Store Google Play

СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА

Мобильное приложение



App Store Google Play

WWW.STA.RU

WWW.SOEL.RU

Подписка оформляется на сайтах журналов