

*Информационно-телекоммуникационные технологии и электроника***МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ  
РЕШЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С  
ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ  
СЕТЕЙ**

Ишмухаметов Ш.Т., Рубцова Р.Г.

*Ульяновский государственный университет,  
Ульяновск*

В нашей работе предлагается новый подход к реализации процедуры обучения решения математических задач с помощью концепции искусственных нейронных сетей (ИНС).

Рассмотрим процесс решения математической задачи в виде дерева поиска решения. В корне дерева помещается исходная задача. Из корня идут ребра к вершинам первого уровня. Каждое ребро помещается преобразованием из фиксированного класса допустимых преобразований. В вершинах первого уровня помещаются состояния задачи, полученные после соответствующего преобразования. Каждое ребро имеет вес, представляющий действительное число в интервале от  $-1$  до  $+1$ . Далее, из вершин первого уровня выходят ребра, соответствующие преобразованиям целевых утверждений, находящихся в этих вершинах и т.д. Дерево оканчивается вершинами (листьями), либо завершающими решения данной задачи (содержащими значения неизвестных), либо тупиками, в которых дальнейшее преобразование задачи невозможно. Важно отметить, что дерево может содержать не только правильно выполненные преобразования задачи, но и некоторые некорректные ходы, возникающие из-за неправильных применений преобразований или арифметических ошибок. Такие пути также могут приводить к решению задачи (которое будет неверным).

Допустим, что обучаемый правильно решает рассматриваемую задачу (самостоятельно или с помощью преподавателя). В итоге из множества путей дерева, ведущих из корня к решению, выбирается одна, а тупиковые ветви отбрасываются. Здесь это явление можно закодировать с помощью увеличения значений весов ребер, находящихся на правильном пути, и уменьшения значений ребер, находящихся на тупиковых путях.

При повторном решении задачи производится поиск с предпочтением, основывающийся на оценочной функции, формирующийся на основе анализа классов задач и значений весов преобразований, допустимых в этом классе задач. В дальнейшем, каждое новое состояние решаемой задачи сравнивается с эталонными классами, для которых уже проведена процедура поиска решения. В случае совпадения (хотя бы частично) текущей и эталонной задачи формируется сильный стимул идти по данному пути, задаваемый с помощью весов. Происходит настройка умения решать задачи из рассматриваемого класса, подобно настройке параметров ИНС. Весь процесс можно запрограммировать на компьютере.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ш.Т. Ишмухаметов, Р.Г. Рубцова. Моделирование процесса обучения с помощью компьютера, Фундаментальные методы математики и механики. Ульяновск: УлГУ, 2004. 10 с.

**ВТОРИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ С  
ДВУХТАКТНЫМИ ИНВЕРТОРАМИ**

Магазинник Л.Т.

*Ульяновский государственный  
технический университет,  
Ульяновск*

Вторичные источники питания (ВИП) получили широчайшее распространение в различных электротехнических и электротехнологических установках мощностью от десятков ватт (аудио и видеоаппаратура) до десятков киловатт (электросварочные аппараты инверторного типа, плазмотроны и т.п.).

При питании от однофазной сети мощность ВИП ограничена лишь допустимой нагрузкой на одну фазу, а при питании ВИП от трехфазной сети выходная мощность лимитируется только предельными параметрами силовых высокочастотных транзисторов инвертора.

В известных ВИП, содержащих обычно сетевой блок питания в виде диодно-тиристорного моста и транзисторный инвертор, нагруженный на согласующий силовой трансформатор, упомянутый инвертор выполняется по одноконтурной схеме [1].

При этом согласующий силовой трансформатор работает на частной петле гистерезиса, что, естественно, приводит к увеличению его габаритов, необходимости воздушного зазора в сердечнике, росту потерь холостого хода.

В маломощных ВИП (аудио, видеоаппаратура) упомянутые недостатки не имеют существенного значения, и применение одноконтурных инверторов представляется вполне оправданным, однако в ВИП большой мощности (например, в аппаратах электродуговой сварки), двухтактный инвертор предпочтительней.

В известных ВИП с двухтактными инверторами симметрия выходного напряжения инвертора обеспечивается либо применением полумостовой схемы (Half-Bridge) с двумя коммутирующими конденсаторами в плечах моста, либо инвертор выполняется по мостовой схеме, а последовательно с нагрузкой (т.е. первичной обмоткой согласующего трансформатора) включают конденсатор.

В обоих приведенных вариантах наличие конденсаторов в силовой цепи делает нелинейными внешние характеристики ВИП, что, например, удобно при нагрузке типа «сварка в воздухе» (постоянная мощность в дуге), однако неприемлемо для нагрузок, требующих линейных и жестких внешних характеристик: сварка в  $\text{CO}_2$  или в аргоне.

Кроме того, в мостовой схеме с последовательным конденсатором возможна «накачка» энергии, что

требует подключения устройств «сброса» энергии [2] и усложняет схему ВИП.

Именно перечисленными обстоятельствами объясняется тот факт, что, несмотря на очевидные энергетические преимущества, двухтактные схемы инверторов не получили в промышленных ВИП практического применения.

Предлагается принципиально новый метод построения схемы двухтактного мостового инвертора в составе ВИП, обеспечивающий отсутствие асимметрии напряжения на выходе инвертора без применения конденсаторов в силовой цепи [3].

ВИП имеет линейные жесткие внешние характеристики, что облегчает построение замкнутой САР для любых нагрузок; согласующий трансформатор используется на полной петле гистерезиса, т.е. более эффективно, чем в известных одноктактных инверторах, а его массо-габаритные показатели и потери холостого хода уменьшены в 2÷4 раза по сравнению с известными ВИП.

Сущность предложенного способа состоит в том, что в выходную диагональ мостового транзисторного инвертора параллельно нагрузке, т.е. согласующему трансформатору, включен датчик постоянной составляющей напряжения в виде последовательной R-C цепочки. К выходу датчика, т.е. к обкладкам конденсатора, подключен вход интегратора. В свою очередь выход интегратора связан с одним из входов широтно-импульсного модулятора, управляющего напряжением инвертора (как и во всех «классических» схемах инверторов). Таким образом, в предложенном ВИП задействована отрицательная обратная связь по постоянной составляющей выходного напряжения инвертора. Поскольку в петле обратной связи имеется интегратор, установившаяся ошибка равна нулю (САР – астатическая). Постоянная составляющая, соответственно, равна нулю, что и позволяет эффективно использовать двухтактную мостовую схему инвертора и получить упомянутые выше положительные результаты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Transpocket – Австрия, каталог 1995-96 г., «ДС-200 AL –Технотрон» - Россия.
2. Однофазный мостовой транзисторный инвертор. Пат. России RU 2216093, опубл. 10.11.2003 Бюл. № 31, авторы Магазинник Л.Т., Магазинник Г.Г., Шингаров В.П. Ульяновский гос. тех. университет.
3. Мостовой инвертор. Пат. № 2223590, Россия. Ульяновский гос. тех. университет. Авторы: Магазинник Л.Т. и Магазинник А.Г. Опубл. 10.02.2004. Бюл. № 4.

#### БЛОК ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ТОМОГРАФА С КОДИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕРМИНАЛА

Самосадный А.В., Немчинов В.М.,  
Азаров Д.А., Привалов Д.В.

*Московский инженерно-физический институт  
(государственный университет),  
Москва*

В статье рассматривается возможность аппаратной реализации блока восстановления изображения томографической системы с кодированной апертурой. Показаны преимущества такой реализации по сравнению с используемой сейчас программной.

Значительно уменьшить дозу радионуклидов, вводимых в кровь пациента, и при этом получить качественное изображение можно с помощью метода кодированной апертуры.[1]

Построенную по этому принципу систему можно разделить на два крупных блока – блок формирования тени и блок восстановления изображения.

Первый блок состоит из кодированной апертуры (маски) – непрозрачного для излучения экрана с набором миниатюрных отверстий (пинхолов), размещенных по поверхности экрана по псевдослучайному закону и из матрицы детекторов (например, ФЭУ), расположенной на некотором расстоянии от маски. Таким образом, первый блок создает и регистрирует тень изображения.

Второй блок – компьютер, в который по шине данных передается информация от детекторов. На этапе реконструкции требуется выполнение значительных по объему и сложности математических вычислений (вычисляется свертка матрицы тени с матрицей обратной матрицы кодированной апертуры). Учитывая то, что умножение и сложение являются весьма длительными операциями, вычисление свертки является весьма длительной операцией.

Добиться ускорения процесса восстановления можно двумя методами.

Во-первых, увеличивая производительность вычислительной техники.

Во-вторых, опираясь на теорию представления, можем считать, что возбуждение детектора является результатом логической операции между сигналом от источника и кодированной апертурой.[2] Таким образом восстанавливать изображение мы можем, используя только логические операции, а, следовательно, возможна аппаратная реализация блока восстановления на основе контроллера сбора-обработки информации (на базе микроконтроллер AVR – сопроцессор ПЛИС FPGA).

Использование отдельного аппаратного модуля позволит значительно сэкономить ресурсы процессора. Кроме того, ускорит восстановление изображения так как:

- Логические функции выполняются быстрее арифметических;
- Скорость функционирования ПЛИС очень высока;
- Обработка матрицы тени производится не поэлементно, а построчно.