

## **Проект «Эмбрион» виртуальный нейрокомпьютер для решения нечетко поставленных задач**

**Руководитель проекта.** Цыганков Владимир Дмитриевич, Заместитель директора НИЦ «Кристалл» Российского Агентства по Системам Управления (РАСУ), к.т.н. Важнейшие работы: пять монографий по теме проекта, в том числе «Нейрокомпьютер и мозг», М. Синтег, 2001, «Нейрокомпьютер и его применение», М. Сол Систем, 1993, более 75 статей и докладов.

### **Аннотация.**

**Виртуальный нейрокомпьютер** для решения нечетко поставленных задач «ЭМБРИОН» представляет собою **легко перестраиваемую** в процессе обучения искусственную нейронную **сеть большой сложности** (около  $10^5$  нейронов), выполненную **аппаратно** в виде нескольких сверхбольших интегральных схем «МиниТера». Нейрокомпьютер «ЭМБРИОН» – это **универсальный преобразователь информации** и предназначен для решения широкого класса актуальных задач в различных областях человеческой деятельности: в обороне, в промышленности, в медицине, в сельском хозяйстве и других отраслях. Наиболее **сложными и важными задачами**, для решения которых предназначен нейрокомпьютер типа «ЭМБРИОН» являются:

- автоматическое управление многоколесными многоосными транспортными средствами;
- автоматическое управление многозвенными роботами, беспилотными летательными аппаратами и комплексами;
- техническая и медицинская дефектоскопия и диагностика;
- распознавание сигналов сложной формы и образов в реальном времени;
- сжатие, обработка и распознавание изображений и звуков;
- обеспечение информационной безопасности и др.

Благодаря использованной в нейрокомпьютере оригинальной **авторской концепции** **решаются сложнейшие проблемы**, имеющиеся в области создания и применения нейрокомпьютеров и нейрокомпьютерных систем на их основе.

Это три основные проблемы:

- создание **нейронных сетей огромной сложности** (большой «мозговой массы») с числом нейронов порядка  $10^5 - 10^{10}$  при **небольшом расходе оборудования**;
- оперативное, **быстрое обучение** сложных нейронных сетей;
- **микроминиатюризация** или размещение сложной нейронной сети в корпусе Сверх Большой Интегральной Схемы – нейрочипа.

Благодаря использованию в нейрокомпьютере типа «ЭМБРИОН» **нового способа создания виртуальных нейронных сетей**, становится возможным в настоящее время при использовании существующей технологии **эффективное решение при высоком значении показателя производительность/стоимость** перечисленных выше проблем.

**Новый способ создания виртуальных нейронных сетей апробирован** в результате выполнения в НИИ ряда НИОКР на опытных образцах нейрокомпьютеров типа «ЭМБРИОН» путем **практического решения** следующих актуальных задач:

- **Техническая диагностика** неисправностей генератора самолетной электростанции («ЭМБРИОН-2»).

- **Управление нестационарным объектом (ракетой) в реальном масштабе времени** («ЭМБРИОН-3» и «ЭМБРИОН-4»).

- **Управление тактильно оцувствленным** (реагирующим на прикосновение) **адаптивным серийным промышленным роботом** «УНИВЕРСАЛ-5А» при обслуживании карусельной плавильной печи («ПОИСК-1»).

- **Управление тактильно оцувствленным адаптивным промышленным роботом «Р-2» с искусственными мышцами при сборке и покраске** («ПОИСК-2»).

- **Управление тактильно оцувствленным мобильным автономным роботом «КРАБ-1»** при взаимодействии с неориентированными предметами.

**В** настоящее время **начальным этапом** комплексной работы по разработке виртуального нейрокомпьютера должна быть **разработка и изготовление СБИС «МиниТера» как универсального базового центрального нейропроцессора** (подобно, например, ряду процессоров фирмы INTEL) для применения их в виртуальных нейрокомпьютерах типа «ЭМБРИОН».

**Последующими этапами** планируется разработка универсального нейрокомпьютера «ЭМБРИОН-10.1» и организация изготовления опытной партии и создание на его базе ряда **нейрокомпьютерных систем** для решения конкретных задач потребителей-заказчиков.

### **1. Современное состояние исследований. Новизна подхода.**

Созданием нейрокомпьютеров, нейрокомпьютерных систем и разработкой нейрочипов как элементной базы для их изготовления занимаются ведущие зарубежные и отечественные разработчики новейших информационных систем и компьютерной техники, такие как, например, **Intel, IBM, Siemens** за рубежом, НТЦ «МОДУЛЬ», Научный Центр Нейрокомпьютеров (НЦН) в России и многие другие. Убедительной иллюстрацией актуальности проблем разработки и применения нейрокомпьютеров может служить обзор по более чем 300 открытым проектам, подготовленный НЦН: Галушкин А.И. «Нейрокомпьютеры в разработках военной техники США». Подробный обзор на 528 с. состояния разработок нейрокомпьютеров и нейрочипов в России и за рубежом имеется в монографии Галушкина А.И. «Нейрокомпьютеры», М. ИПРЖР, 2000.

**Научная новизна** предлагаемого проекта заключается в существенном сокращении оборудования, а, следовательно, повышения надежности создаваемых нейрокомпьютеров за счет использования заявленного автором Цыганковым В.Д. «Способа создания самоорганизующихся виртуальных макроквантовых нейронных сетей».

**В настоящее время** имеется теоретический и практический задел, подтверждающий реальность и эффективность выбранного направления конструирования виртуальных нейрокомпьютеров. Материалы опубликованы в монографиях автора проекта. Имеются также разработанные программные эмуляторы нейрокомпьютеров типа «ЭМБРИОН», которые будут использованы при разработке нейрокомпьютеров на основе СБИС «МиниТера».

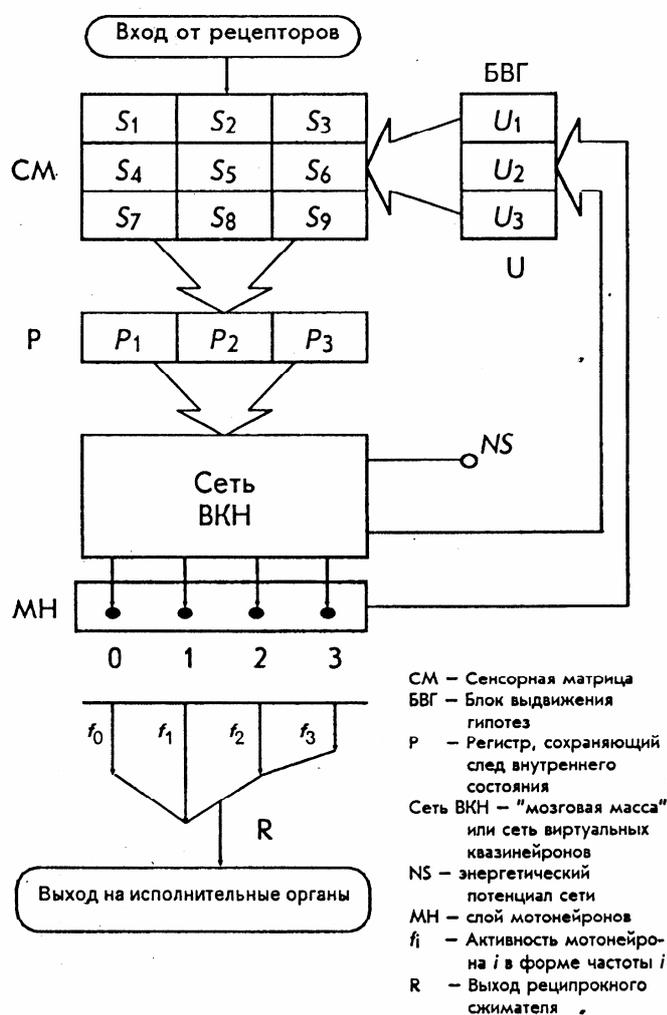
Наличие большого числа актуальных задач и **реальной уверенности** в возможности их успешного решения с помощью виртуальных нейрокомпьютеров «ЭМБРИОН», наличие потребности решения этих важнейших задач в различных отраслях, т. е. **наличие рынка сбыта** нейрокомпьютеров и нейрокомпьютерных систем, делает необходимой и своевременной постановку **работы по разработке и организации серийного производства нейрокомпьютеров типа «ЭМБРИОН»**. Простота его аппаратной реализации, высокая технологичность изготовления, низкая себестоимость должны обеспечить **гарантированное получение прибыли** в серийном производстве.

## 2. Сущность разработки.

Нейрокомпьютер «ЭМБРИОН» относится к области высоких информационных технологий и *предназначен* для решения сложных нечетко поставленных задач в реальном масштабе времени: автоматическое управление нестационарными многозвенными динамическими объектами типа космических и авиа-летательных аппаратов, роботов, транспортных средств, Фазируемых Антенных Решеток, авиационных двигателей и др. Техническая и медицинская диагностика. Квантовые вычисления и криптография и др.

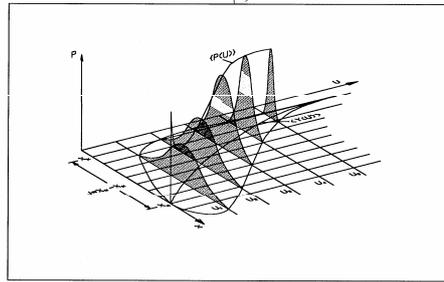
### Основная идея

*Блок-схема* виртуального нейрокомпьютера «ЭМБРИОН» (ниже) представляет активную неоднородную, подобную по структуре и функциям живому мозгу архитектуру.

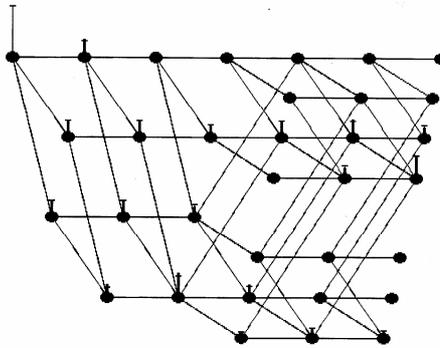


*Виртуальная квантовая нейронная сеть* создается в виде вероятностного поля - дискретного ветвящегося пространства-времени в виде микро и макро структуры, показанной на рисунках ниже.

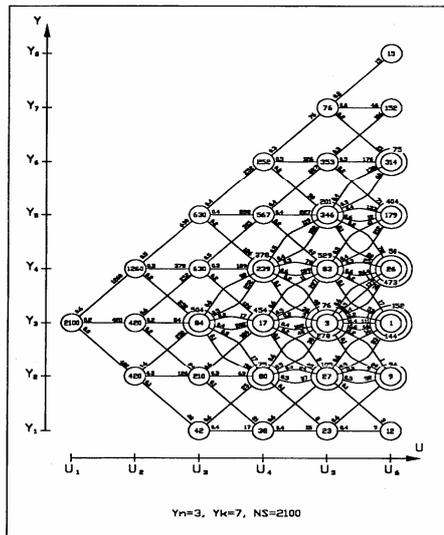
## Общий вид вероятностной волны поля



## Квантовые нейронные сети



В трехразрядном нейрокомпьютере.



Виртуальная нейронная сеть десятиразрядном нейрокомпьютере.

В нейрокомпьютере «ЭМБРИОН» реальные процессорные элементы – нейроны и связи между ними заменены их аналогами в виде виртуальных полевых объектов.

### 3. Назначение и области применения предлагаемого товара.

Ожидаемой в результате выполнения проекта «ЭМБРИОН» товарной продукцией, является универсальный виртуальный нейрокompьютер «ЭМБРИОН»

**Назначением и областями применения** предлагаемых товарных продуктов являются:

- **СБИС «МиниТера»** предназначены для построения любых универсальных или специализированных виртуальных нейрокompьютеров типа «ЭМБРИОН»;
- **нейрокompьютеры «ЭМБРИОН-10.1»** предназначены в основном для решения класса нечетко поставленных задач в различных областях человеческой деятельности, задач, для которых сложно или невозможно составить алгоритм для существующих компьютеров, недостаточно информации для строго логического их решения.

Примеры отдельных актуальных задач, успешно решенных с помощью нейрокompьютеров, построенных на базе парадигмы «ЭММБРИОН», приведены в разделе 2.

По реализации задачи подразделяются на следующие типы:

- а) задачи, в которых **уже применен** виртуальный нейрокompьютер (смотри раздел 2),
- б) задачи и прикладные области, в которых **показана возможность применения** виртуальных нейрокompьютеров. Эти материалы опубликованы в монографиях, докладах и статьях автора Цыганкова В.Д. Это, например, ниже следующий перечень:

- моделирование в генетике,
- микромеханика и нанотехнология,
- моделирование в нейрофизиологии,
- моделирование сознания и личности,
- квантовые нейрокompьютеры и вычисления,
- моделирование явлений в микромире,
- нейрокompьютерный лазер,
- моделирование в космологии,
- адаптивное управление дорожным уличным движением,
- системы управления жилищно-коммунальным хозяйством (ЖКХ),
- мобильные беспилотные адаптивные роботы с искусственным интеллектом и др.

с) задачи и направления, в которых **целесообразно применять** нейрокompьютеры «ЭМБРИОН»:

- квантовые нейрокompьютеры и квантовые супервычислители,
- квантовая медицина. Нейрокompьютерные приборы для диагностики и терапии,
- нанотехнология. Нанороботы-сборщики,
- малогабаритные, живучие, надежные бортовые системы автоматического управления нестационарными объектами,
  - управление многоэлементными ФАР (Фазируемыми Антенными Решетками),
  - мобильные роботы для недоступных и опасных мест,
  - интеллектуальные роботы-игрушки,
  - системы обеспечения безопасности,
  - управляемые генераторы многомерных дискретных сигналов, потоков и полей сложной конфигурации для научных исследований,
  - технические и медицинские средства диагностики,
  - системы обеспечения комфорта в быту и в доме,
  - роботы для инвалидов,
  - подводные роботизированные комплексы,

- роботы для МЧС,
- роботы-пожарники,
- роботы-уборщики и мойщики окон,
- супервычисления с использованием параллельных нейросетевых алгоритмов,
- создание и производство наборов нейрочипов различного назначения с большим количеством нейронов в одном корпусе и др.

Примером более узко и четко поставленных неформализуемых задач могут быть названы следующие две задачи:

«Дефектоскопия, обнаружение и идентификация включений, изъянов, трещин и других дефектов в турбинных лопатках авиационного газотурбинного двигателя по образцу (цветам и формам) термотопограммы».

«Автоматическое управление многоколесным шасси транспортного средства при движении по произвольной трассе в любых погодных условиях».

**Технические параметры и основные характеристики** предлагаемого продукта - нейрокомпьютера определяются техническим заданием на ту нейрокомпьютерную систему, в которой он будет использоваться, и задаются тактико-техническими характеристиками заказчика.

В качестве граничных показателей варианта нейрокомпьютера «ЭМБРИОН-10.1» в корпусе персонального компьютера следует указать:

- размещается на одном слоте ПК, выполненном в виде инструментального модуля ;
- количество СБИС «МиниТера» на плате до 4-х;
- на плате размещаются согласующие микросхемы для связи входов и выходов нейрокомпьютера со стандартными информационными шинами и согласование протоколов обмена;
- источник питания используется от персонального компьютера;
- в состав нейрокомпьютера входят драйверы связи с клавиатурой и дисплеем;
- к нейрокомпьютеру «ЭМБРИОН» прилагается эксплуатационная документация с описанием контрольно-тестовой задачи и инструкция по эксплуатации.

**Первое внедрение продуктов предполагается провести:**

Научный Центр Нейрокомпьютеров (НЦН) РАСУ,  
МГТУ им. Баумана,  
МИРЭА,  
МИФИ,  
МАИ,  
завод «Салют» и др.

# СВИДЕТЕЛЬСТВО

Конкурса русских инноваций



**Ф И Н А Л И С Т У**

КОМПАНИЯ  
"СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ"

ПРОЕКТ  
ВИРТУАЛЬНЫЙ НЕЙРОКОМПЬЮТЕР  
ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕЧЕТКО ПОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАЧ



Генеральный директор  
ЗАО «Журнал Эксперт»

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'В.Е. Романов'.

В. Е. Романов

Руководитель проекта  
«Конкурс русских инноваций»

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Д.С. Медовников'.

Д.С. Медовников