


# НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ



УЧИТЕЛЬ ИНФОРМАТИКИ  
СЕРОГОДСКАЯ НИ

ГБОУ ШКОЛА №118

# СОДЕРЖАНИЕ

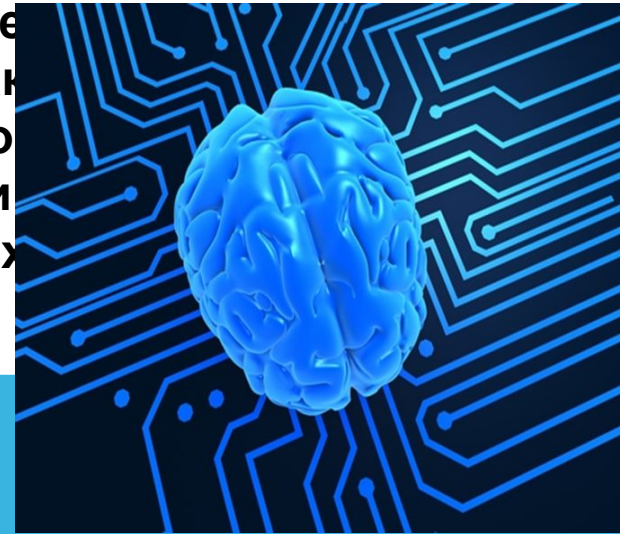
- 1. Что такое нейрокомпьютер**
  - 2. История развития**
  - 3. Основная идея**
  - 4. Три основных преимущества**
  - 5. Современные  
нейрокомпьютеры**
  - 6. Новый поворот**
- 

# ЧТО ТАКОЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕР?

Нейрокомпьютинг - это научное направление, занимающееся разработкой вычислительных систем шестого поколения - нейрокомпьютеров, которые состоят из большого числа параллельно работающих простых вычислительных элементов (нейронов). Элементы связаны между собой, образуя нейронную сеть. Они выполняют единообразные вычислительные действия и не требуют внешнего управления. Большое число параллельно работающих вычислительных элементов обеспечивают высокое быстродействие.



**Нейрокомпьютер** — устройство переработки информации на основе принципов работы естественных нейронных систем. Эти принципы были формализованы, что позволило говорить о теории искусственных нейронных сетей. Проблематика же нейрокомпьютеров заключается в построении реальных физических устройств, что позволит не просто моделировать искусственные нейронные сети на обычном компьютере, но так изменить принципы работы компьютера, что станет возможным говорить о том, что они работают в соответствии с теорией искусственных нейронных сетей.



# ЧТО ТАКОЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕР?

Нейрокомпьютинг - это научное направление, занимающееся разработкой вычислительных систем шестого поколения - нейрокомпьютеров, которые состоят из большого числа параллельно работающих простых вычислительных элементов (нейронов). Элементы связаны между собой, образуя нейронную сеть. Они выполняют единообразные вычислительные действия и не требуют внешнего управления. Большое число параллельно работающих вычислительных элементов обеспечивают высокое быстродействие.



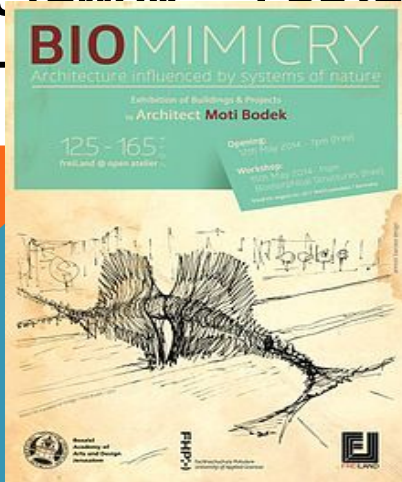


Толчком к развитию нейрокомпьютинга послужили биологические исследования. По данным нейробиологии нервная система человека и животных состоит из отдельных клеток - нейронов. В мозге человека их число достигает  $1.0e10$  -  $1.0e12$ . Каждый нейрон связан с  $1.0e3$  -  $1.0e4$  другими нейронами и выполняет сравнительно простые действия. Время срабатывания нейрона - 2-5 мс. Совокупная работа всех нейронов обуславливает сложную работу мозга, который в реальном времени решает сложнейшие задачи. Отличия нейрокомпьютеров от вычислительных устройств предыдущих поколений:

- Параллельная работа очень большого числа простых вычислительных устройств обеспечивает огромное быстроедействие;
- Нейронная сеть способна к обучению, которое осуществляется путем настройки параметров сети;
- Высокая помехо- и отказоустойчивость нейронных сетей;
- Простое строение отдельных нейронов позволяет использовать новые физические принципы обработки информации для аппаратных реализаций нейронных сетей.

# ОСНОВНАЯ ИДЕЯ – КОННЕКЦИОНИЗМ

В отличие от цифровых систем, представляющих собой комбинации процессорных и запоминающих блоков, нейропроцессоры содержат память, распределённую в связях между очень простыми процессорами, которые часто могут быть описаны как формальные нейроны или блоки из однотипных формальных нейронов. Тем самым основная нагрузка на выполнение конкретных функций процессорами ложится на архитектуру системы. Подход, основанный на представлении как памяти данных, так и алгоритмов системой связей (и их весами), называется коннекционизмом.

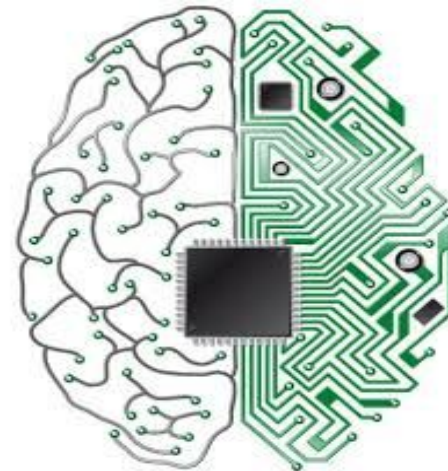


# ТРИ ОСНОВНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВА НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ

**Все алгоритмы нейроинформатики высокопараллельны, а это уже залог высокого быстродействия.**

**Нейросистемы можно легко сделать очень устойчивыми к помехам и разрушениям.**

**Устойчивые и надёжные нейросистемы могут создаваться и из ненадёжных элементов, имеющих значительный разброс**





# НЕЙРОННЫЕ СЕТИ - ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В основу искусственных нейронных сетей положены следующие черты живых нейронных сетей, позволяющие им хорошо справляться с нерегулярными задачами:

- Простой обрабатывающий элемент - нейрон;
- Очень большое число нейронов участвует в обработке информации;
- Один нейрон связан с большим числом других нейронов (глобальные связи);
- Изменяющиеся веса связей между нейронами;



# МОДЕЛИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

## Модель Маккалоха

Теоретические основы нейроматематики были заложены в начале 40-х годов. В 1943 году У. Маккалох и его ученик У. Питтс сформулировали основные положения теории деятельности головного мозга. Ими были получены следующие результаты:

- разработана модель нейрона как простейшего процессорного элемента, выполняющего вычисление переходной функции от скалярного произведения вектора входных сигналов и вектора весовых коэффициентов;
- предложена конструкция сети таких элементов для выполнения логических и арифметических операций;
- сделано основополагающее предположение о том, что такая сеть способна обучаться распознавать образы, обобщать полученную информацию.

Несмотря на то, что за прошедшие годы нейроматематика ушла далеко вперед, многие утверждения Маккалоха остаются актуальными и поныне. В частности, при большом разнообразии моделей нейронов принцип их действия, заложенный Маккалохом и Питтсом, остается неизменным. Недостатком данной модели является сама модель нейрона "пороговой" вид переходной функции. В формализме У. Маккалоха и У. Питтса нейроны имеют состояния 0, 1 и пороговую логику перехода из состояния в состояние. Каждый нейрон в сети определяет взвешенную сумму состояний всех других нейронов и сравнивает ее с порогом, чтобы определить свое собственное состояние.

## Модель Розенблата

Перцептрон применялся для задачи автоматической классификации, которая в общем случае состоит в разделении пространства признаков между заданным количеством классов. В двухмерном случае требуется провести линию на плоскости, отделяющую одну область от другой. Перцептрон способен делить пространство только прямыми линиями (плоскостями).

Алгоритм обучения перцептрона выглядит следующим образом:

системе предъявляется эталонный образ;

если выходы системы срабатывают правильно, весовые коэффициенты связей не изменяются;

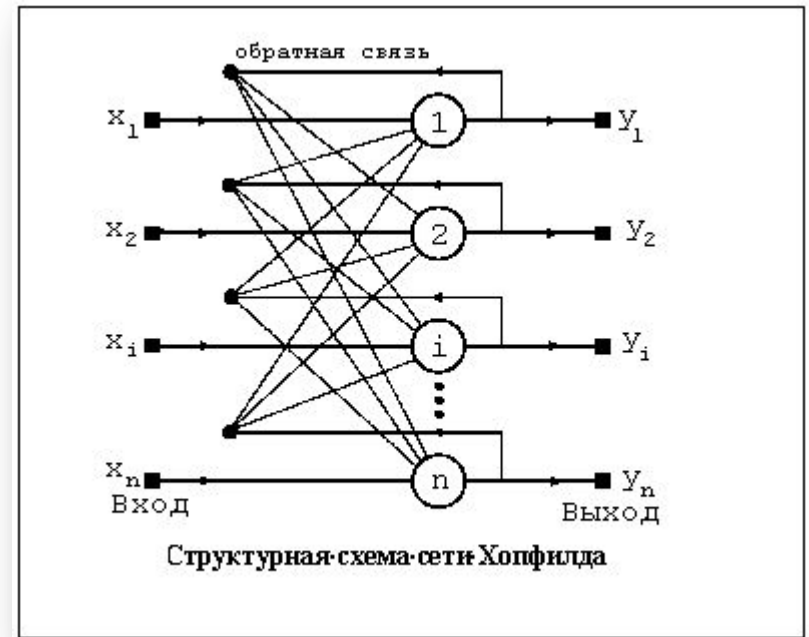
если выходы срабатывают неправильно, весовым коэффициентам дается небольшое приращение в сторону повышения качества распознавания.

Серьезным недостатком перцептрона является то, что не всегда существует такая комбинация весовых коэффициентов, при которой имеющееся множество образов будет распознаваться данным перцептроном. Причина этого недостатка состоит в том, что лишь небольшое количество задач предполагает, что линия, разделяющая эталоны, будет прямой. Обычно это достаточно сложная кривая, замкнутая или разомкнутая. Если учесть, что однослойный перцептрон реализует только линейную разделяющую поверхность, применение его там, где требуется нелинейная, приводит к неверному распознаванию (эта проблема называется линейной неразделимостью пространства признаков). Выходом из этого положения является использование многослойного перцептрона, способного строить ломаную границу между распознаваемыми образами.

## Модель

Хопфилда в свое время математическому моделированию нейронных вычислений было положено работами Хопфилда в 1982 году, в которых была сформулирована математическая модель ассоциативной памяти на нейронной сети. Показано, что для однослойной нейронной сети со связями типа "все на всех" характерна сходимость к одной из конечного множества равновесных точек, которые являются локальными минимумами функции энергии, содержащей в себе всю структуру взаимосвязей в сети. Понимание такой динамики в нейронной сети было и у

Другие исследователи показали как конструировать функцию энергии для конкретной оптимизационной задачи и как использовать ее для отображения задачи в нейронную сеть. Этот подход получил развитие и для решения других комбинаторных оптимизационных задач. Привлекательность подхода Хопфилда состоит в том, что нейронная сеть для конкретной задачи может быть запрограммирована без обучающих итераций. Веса связей вычисляются на основании вида функции энергии, сконструированной для этой задачи.



# СОВРЕМЕННЫЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ

**Основные правила выделения функциональных компонентов идеального нейрокомпьютера:**

**Относительная функциональная обособленность: каждый компонент имеет чёткий набор функций. Его взаимодействие с другими компонентами может быть описано в виде небольшого числа запросов.**

**Возможность взаимозамены различных реализаций любого компонента без изменения других**





Прототипом для создания нейрона послужил биологический нейрон головного мозга. Биологический нейрон имеет тело, совокупность отростков - дендритов, по которым в нейрон поступают входные сигналы, и отросток - аксон, передающий выходной сигнал нейрона другим клеткам. Точка соединения дендрита и аксона называется синапсом. Упрощенно функционирование нейрона можно представить следующим образом:

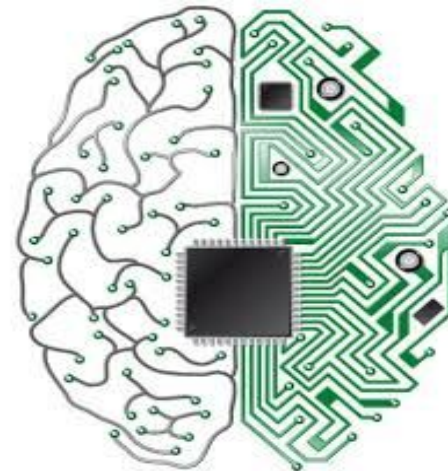
- Нейрон получает от дендритов набор (вектор) входных сигналов;
- В теле нейрона оценивается суммарное значение входных сигналов. Однако входы нейрона неравнозначны. Каждый вход характеризуется некоторым весовым коэффициентом, определяющим важность поступающей по нему информации. Таким образом, нейрон не просто суммирует значения входных сигналов, а вычисляет скалярное произведение вектора входных сигналов и вектора весовых коэффициентов;
- Нейрон формирует выходной сигнал, интенсивность которого зависит от значения вычисленного скалярного произведения. Если оно не превышает некоторого заданного порога, то выходной сигнал не формируется вовсе - нейрон "не срабатывает";
- Выходной сигнал поступает на аксон и передается дендритам других нейронов.

# ТРИ ОСНОВНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВА НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ

**Все алгоритмы нейроинформатики высокопараллельны, а это уже залог высокого быстродействия.**

**Нейросистемы можно легко сделать очень устойчивыми к помехам и разрушениям.**

**Устойчивые и надёжные нейросистемы могут создаваться и из ненадёжных элементов, имеющих значительный разброс**



# НОВЫЙ ПОВОРОТ — «ВЛАЖНЫЙ ПРОДУКТ»

**В настоящее время широко распространены различные высокопараллельные нейроскорители (сопроцессоры) для различных задач. Моделей универсальных нейрокомпьютеров на рынке мало отчасти потому, что большинство из них реализованы для спецприменений. Искусственная нейронная сеть может передаваться от (нейро)компьютера к (нейро)компьютеру, так же как и компьютерная программа. Более того, на её основе могут быть созданы специализированные быстродействующие аналоговые устройства.**



# ВЫВОДЫ

Нейрокомпьютеры являются перспективным направлением развития современной высокопроизводительной вычислительной техники, а теория нейронных сетей и нейроматематика представляют собой приоритетные направления российской вычислительной науки. Для данного направления развития вычислительной техники не так важен уровень развития отечественной микроэлектроники, поэтому оно позволяет создать основу построения российской элементной базы.



# ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

<http://therocker.narod.ru/doc/neuro.htm#comp1>

<http://www.bmstu.ru>

<http://neurnews.iu4.bmstu.ru>

<http://www.module.ru>.

*Проблемы построения и обучения нейронных сетей / под ред. А.И. Галушкина и В.А. Шахнова. М.: Изд-во Машиностроение.*

*Библиотечка журнала Информационные технологии. 1999. № 1. 105 с. Галушкин А.И. Некоторые исторические аспекты развития элементной базы вычислительных систем с массовым параллелизмом (80- и 90-е годы)*

*// Нейрокомпьютер. 2000. № 1. С. 6882. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН. 1996. 276 с. Кирсанов Э.Ю. Цифровые нейрокомпьютеры: Архитектура и схемотехника / Под ред. А.И. Галушкина. Казань: Казанский Гос. У-т. 1995. 131 с. Уоссермен. Нейрокомпьютерная техника / под ред. А.И. Галушкина. М.: Мир. 1986. Роберт Хехт-Нильсен. Нейрокомпьютинг: история, состояние, перспективы // Открытые системы. 1998. № 4. Власов А.И. Аппаратная реализация нейровычислительных управляющих систем // Приборы и системы управления. 1999. № 2. С. 6165. Власов А.И. Нейросетевая реализация микропроцессорных систем активной акусто- и виброзащиты // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2000. № 1. С. 4044. Степанов В. Фондовый рынок и нейросети // Мир ПК. 1998. № 12. С. 4046. <http://neurnews.iu4.bmstu.ru>.*