

Нейрокомпьютер

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Нейрокомпьютер — [устройство](#) переработки [информации](#) на основе принципов работы естественных [нейронных систем](#).^[1] 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](#).

Содержание

- [1 История](#)
- [2 Основная идея — коннекционизм](#)
- [3 Проблема эффективного параллелизма](#)
- [4 Современные нейрокомпьютеры](#)
- [5 Новый поворот — «влажный продукт»](#)
- [6 Применения](#)
- [7 См. также](#)
- [8 Примечания](#)

История

Термины *нейрокибернетика*, *нейроинформатика*, *нейрокомпьютеры* вошли в научный обиход недавно — в середине 80-х годов XX века. Однако электронный и биологический [мозг](#) постоянно сравнивались на протяжении всей истории существования вычислительной техники. Знаменитая книга [Н. Винера](#) «[Кибернетика](#)» (1948)^[2] имеет подзаголовок «[Управление](#) и [связь](#) в [животном](#) и [машине](#)».

Первыми нейрокомпьютерами были [перцептроны Розенблатта Марк-1](#) (1958) и Тобермори (1964), а также Адалин, разработанный Уидроу ([Widrow](#)) и Хоффом (1960) на основе [дельта-правила](#) (*формулы Уидроу*)^[3]. В настоящее время Адалин (*адаптивный сумматор*, обучающийся по формуле Уидроу) является стандартным элементом многих систем обработки сигналов и связи.^[4] В этом же ряду первых нейрокомпьютеров находится программа «Кора», разработанная в 1961 году под руководством [М. М. Бонгарда](#)^[5].

Большую роль в развитии нейрокомпьютинга сыграла монография Розенблатта (1958)^[6].

Идея нейро-[бионики](#) (создания технических средств на нейро-принципах) стала интенсивно реализовываться в начале [1980-х гг.](#) Импульсом было следующее противоречие: размеры элементарных деталей [компьютеров](#) сравнивались с размерами элементарных «преобразователей информации» в [нервной системе](#), было достигнуто быстроедействие отдельных электронных элементов в миллионы раз большее, чем у биологических систем, а эффективность решения задач, особенно связанных задач ориентировки и принятия решений в естественной среде, у живых систем пока недостижимо выше.

Другой импульс развитию нейрокомпьютеров дали теоретические разработки 1980-х годов по теории [нейронных сетей](#) ([сети Хопфилда](#), [сети Кохонена](#), [метод обратного распространения ошибки](#)).

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, детали которой в свою очередь определяются межнейронными связями. Подход, основанный на представлении как памяти данных, так и алгоритмов системой связей (и их весами), называется **коннекционизмом**.

Три основных преимущества нейрокомпьютеров:

1. Все [алгоритмы](#) нейроинформатики [высокопараллельны](#), а это уже залог высокого быстродействия.
2. Нейросистемы можно легко сделать очень устойчивыми к [помехам](#) и разрушениям.
3. Устойчивые и [надёжные](#) нейросистемы могут создаваться и из ненадёжных элементов, имеющих значительный разброс параметров.

Разработчики нейрокомпьютеров стремятся объединить устойчивость, быстродействие и параллелизм АВМ — аналоговых вычислительных машин — с универсальностью современных компьютеров.^[7]

Проблема эффективного параллелизма

На роль центральной проблемы, решаемой всей нейроинформатикой и нейрокомпьютерингом, А. Горбань^[8] предложил проблему эффективного параллелизма. Давно известно, что производительность компьютера возрастает намного медленнее, чем число процессоров. [М. Минский](#) сформулировал [гипотезу](#): производительность параллельной системы растёт (примерно) пропорционально [логарифму](#) числа процессоров — это намного медленнее, чем [линейная функция](#) (*Гипотеза Минского*).

Для преодоления этого ограничения применяется следующий подход: для различных классов задач строятся максимально параллельные алгоритмы решения, использующие какую-либо абстрактную архитектуру (парадигму) мелкозернистого параллелизма, а для конкретных параллельных компьютеров создаются средства реализации параллельных процессов заданной абстрактной архитектуры. В результате появляется эффективный аппарат производства параллельных программ.

Нейроинформатика поставляет универсальные мелкозернистые параллельные архитектуры для решения различных классов задач. Для конкретных задач строится абстрактная нейросетевая реализация алгоритма решения, которая затем реализуется на конкретных параллельных вычислительных устройствах. Таким образом нейросети позволяют эффективно использовать параллелизм.

Современные нейрокомпьютеры

Многолетние усилия многих исследовательских групп привели к тому, что к настоящему моменту накоплено большое число различных «правил обучения» и архитектур [нейронных сетей](#), их аппаратных реализаций и приёмов использования нейронных сетей для решения прикладных задач.

Эти интеллектуальные изобретения существуют в виде «[зоопарка](#)» нейронных сетей. Каждая сеть из зоопарка имеет свою архитектуру, правило обучения и решает конкретный набор задач. В последнее десятилетие прилагаются серьёзные усилия для стандартизации структурных элементов и превращений этого «зоопарка» в «[технопарк](#)»^[9]: каждая нейронная сеть из зоопарка реализована на идеальном универсальном нейрокомпьютере, имеющем заданную структуру.

Основные правила выделения функциональных компонентов идеального нейрокомпьютера (по [Миркесу](#)):

1. Относительная функциональная обособленность: каждый компонент имеет чёткий набор функций. Его взаимодействие с другими компонентами может быть описано в виде небольшого числа запросов.
2. Возможность взаимозамены различных реализаций любого компонента без изменения других компонентов.

Постепенно складывается [рынок](#) нейрокомпьютеров. В настоящее время широко распространены различные высокопараллельные нейро-ускорители ([сопроцессоры](#)) для различных задач. Моделей универсальных нейрокомпьютеров на рынке мало отчасти потому, что большинство из них реализованы для спецприменений. Примерами нейрокомпьютеров являются нейрокомпьютер Synapse (Siemens, Германия), нейрокомпьютер «Кремниевый мозг» (созданный в США по программе «Электронный мозг», предназначен для обработки аэрокосмических изображений, производительность 80 Пфлоп (80×10^{15} операций в секунду, объём равен объёму мозга человека, потребляемая мощность — 20 Вт),^[10] процессор NeuroMatrix^[11]. Издаётся специализированный научно-технический журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»^[12]. С технической точки зрения сегодняшние нейрокомпьютеры — это вычислительные системы с параллельными потоками одинаковых команд и множественным потоком данных (MSIMD-архитектура). Это одно из основных направлений развития вычислительных систем с массовым параллелизмом.

Новый поворот — «влажный продукт»

В нейрокомпьютинге постепенно созревает новое направление, основанное на соединении биологических нейронов с электронными элементами. По аналогии с Software ([программное обеспечение](#) — «мягкий продукт») и Hardware (электронное [аппаратное обеспечение](#) — «твёрдый продукт»), эти разработки получили наименование [Wetware](#) «влажный продукт».

В настоящее время уже существует технология соединения биологических нейронов со сверхминиатюрными [полевыми транзисторами](#) с помощью нановолокон ([Nanowire](#)).^[13] В разработках используется современная [нанотехнология](#). В том числе, для создания соединений между нейронами и электронными устройствами используются [углеродные нанотрубки](#).^[14]

(Распространено также и другое определение термина «Wetware» — человеческий компонент в системах «человек-компьютер».)

Применения

1. [Управление](#) в реальном времени^{[15][16]}, в том числе:
 - самолётами и ракетами,^[17]
 - технологическими процессами непрерывного производства (в энергетике, металлургии и др.).^[18]
2. [Распознавание образов](#):
 - изображений, человеческих лиц, букв и иероглифов, отпечатков пальцев в криминалистике, речи, сигналов радара и сонара,
 - элементарных частиц и происходящих с ними физических процессов (эксперименты на ускорителях или наблюдение за космическими лучами),
 - заболеваний по симптомам (в медицине)^[19],
 - местностей, где следует искать полезные ископаемые (в геологии, по косвенным признакам),
 - признаков опасности в системах безопасности
3. [Прогнозирование](#) в реальном времени:
 - погоды,
 - курса акций (и других финансовых показателей)^[20],
 - исхода лечения,
 - политических событий (результатов выборов, международных отношений и др.)^[21],
 - поведения противника (реального или потенциального) в военном конфликте и в экономической конкуренции,
 - устойчивости супружеских отношений.
4. [Оптимизация](#) — поиск наилучших вариантов:
 - при конструировании технических устройств,^[22]
 - при выборе экономической стратегии,
 - при подборе команды (от сотрудников предприятия до спортсменов и участников полярных экспедиций),
 - при лечении больного.
5. [Обработка сигналов](#) при наличии больших шумов.
6. Протезирование («умные [протезы](#)») и усиление естественных функций, в том числе — за счёт прямого подключения нервной системы человека к компьютерам ([Нейро-компьютерный интерфейс](#)).
7. [Психодиагностика](#)^{[23][24][25]}
8. [Телекоммуникационное мошенничество](#), его обнаружение и предотвращение с помощью нейросетевых технологий — по мнению некоторых специалистов^[26] являются одной из самых перспективных технологий в области защиты информации в телекоммуникационных сетях.

См. также

- [Оптические нейронные сети](#)
- [Биомолекулярная электроника](#)
- [Бактериородопсин-содержащие пленки](#)

Примечания

1. ↑ [Дунин-Барковский В. Л.](#), Нейрокибернетика, Нейроинформатика, Нейрокомпьютеры, В кн.: [Нейроинформатика](#) / [А. Н. Горбань](#), [В. Л. Дунин-Барковский](#), [А. Н. Кирдин](#) и др. — Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. — 296 с [ISBN 5020314102](#)
2. ↑ [Винер Н.](#), [Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине.](#) / Пер. с англ. И. В. Соловьева и Г. Н. Поварова; Под ред. Г. Н. Поварова. — 2-е издание. — М.: Наука, 1983. — 344 с.
3. ↑ [Королев Л. Н.](#) [Нейрокомпьютинг, нейросети и нейрокомпьютеры](#)
4. ↑ [Уидроу Б.](#), [Стирнс С.](#), Адаптивная обработка сигналов. — М.: Радио и связь, 1989. — 440 с.
5. ↑ [Бонгард М.М.](#), [Проблема узнавания](#) М.: Физматгиз, 1967. Другая копия онлайн: [\[1\]](#)
6. ↑ [Rosenblatt, F.](#) The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain. In, Psychological Review, Vol. 65, No. 6, pp. 386—408, November, 1958. Lancaster, PA and Washington, DC: American Psychological Association, 1958. [Розенблатт Ф.](#) [Принципы нейродинамики. Перцептроны и теория механизмов мозга](#) — М.: Мир, 1965.
7. ↑ [Горбань А. Н.](#) [Нейрокомпьютер, или Аналоговый ренессанс](#), Мир ПК, 1994, № 10, 126—130.
8. ↑ [Горбань А. Н.](#), [Кто мы, куда мы идем, как путь наш измерить?](#), Пленарный доклад на открытии конференции [Нейроинформатика-99](#), МИФИ, 20 января 1999. Журнальный вариант: [Горбань А. Н.](#), Нейроинформатика: кто мы, куда мы идем, как путь наш измерить // Вычислительные технологии. — М.: Машиностроение. — 2000. — № 4. — С. 10-14. = [Gorban A.N.](#), [Neuroinformatics: What are us, where are we going, how to measure our way?](#) The Lecture at the USA-NIS Neurocomputing Opportunities Workshop, Washington DC, July 1999 (Associated with IJCNN'99)
9. ↑ [Миркес Е. М.](#), [Нейрокомпьютер. Проект стандарта.](#) — Новосибирск: Наука, 1999. — 337 с [ISBN 5-02-031409-9](#) Другие копии онлайн: [\[2\]](#), [\[3\]](#)
10. ↑ [Шахнов В.](#), [Власов А.](#), [Кузнецов А.](#), Нейрокомпьютеры — архитектура и реализация. [Часть 1.](#) ChipNews, 2000, N 5; [Часть 2. Элементная база нейровычислителей.](#) ChipNews, 2000, N 6; [Часть 3. Аппаратная реализация нейровычислителей.](#) ChipNews, 2001, 1.
11. ↑ [Процессор цифровой обработки сигналов L1879BM1 \(NM6403\) НТЦ «Модуль»](#)
12. ↑ Журнал [«Нейрокомпьютеры: разработка, применение».](#)
13. ↑ [Patolsky F.](#), [Timko B.P.](#), [Yu G.](#), [Fang Y.](#), [Greytak A.B.](#), [Zheng G.](#), and [Lieber C.M.](#), [Detection, Stimulation, and Inhibition of Neuronal Signals with High-Density Nanowire Transistor Arrays.](#) Science, 25 August 2006, Vol. 313. no. 5790, 1100—1104.
14. ↑ [Mazzatenta A.](#), [Giugliano M.](#), [Campidelli S.](#), [Gambazzi L.](#), [Businaro L.](#), [Markram H.](#), [Prato M.](#), and [Ballerini L.](#), [Interfacing Neurons with Carbon Nanotubes: Electrical Signal Transfer and Synaptic Stimulation in Cultured Brain Circuits.](#) J. Neurosci. 27 (2007), 6931-6936.
15. ↑ [Терехов В. А.](#), [Ефимов Д. В.](#), [Тюкин И. Ю.](#) Нейросетевые системы управления. — М.: [Высшая школа](#), 2002. — С. 184. — [ISBN 5-06-004094-1](#)
16. ↑ [Тюкин И.Ю.](#), [Терехов В.А.](#), [Адаптация в нелинейных динамических системах](#), (Серия: Синергетика: от прошлого к будущему), Санкт-Петербург: ЛКИ, 2008. - 384 с. [ISBN 978-5-382-00487-7](#)
17. ↑ Применение нейрокомпьютеров в ракетно-космической технике. Сборник статей. [Ефимов В. В.](#) (ред). — М.: Радиотехника, 2006. 144 с
18. ↑ [Галушкин А. И.](#) [Применение нейрокомпьютеров в энергетических системах](#), М.: Научный центр нейрокомпьютеров, 1997.
19. ↑ [Россиев Д. А.](#), Медицинская нейроинформатика, В кн.: [Нейроинформатика](#) / [А. Н. Горбань](#), [В. Л. Дунин-Барковский](#), [А. Н. Кирдин](#) и др. — Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. — 296 с.
20. ↑ [Галушкин А. И.](#), [Применения нейрокомпьютеров в финансовой деятельности.](#)
21. ↑ [Миркес Е. М.](#), [Логически прозрачные нейронные сети и производство явных знаний из данных](#), В кн.: Нейроинформатика / [А. Н. Горбань](#), [В. Л. Дунин-Барковский](#), [А. Н. Кирдин](#) и др. — Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. — 296 с [ISBN 5020314102](#)
22. ↑ [Терехов С. А.](#), Нейросетевые информационные модели сложных инженерных систем, В кн.: [Нейроинформатика](#) / [А. Н. Горбань](#), [В. Л. Дунин-Барковский](#), [А. Н. Кирдин](#) и др. — Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. — 296 с [ISBN 5020314102](#)
23. ↑ [Gorban A.N.](#), [Rossiyev D.A.](#), [Dorrer M.G.](#), [MultiNeuron — Neural Networks Simulator For Medical, Physiological, and Psychological Applications](#), Wcnn'95, Washington, D.C.: World

- Congress on Neural Networks 1995 International Neural Network Society Annual Meeting : Renaissance Hotel, Washington, D.C., USA, July 17-21, 1995.
24. ↑ *Dorrer M.G., Gorban A.N., Kopytov A.G., Zenkin V.I.*, Psychological Intuition of Neural Networks. Proceedings of the 1995 World Congress On Neural Networks, A Volume in the INNS Series of Texts, Monographs, and Proceedings, Vol. 1, 1995, 193—196.
 25. ↑ *Доррер М. Г.*, [Психологическая интуиция искусственных нейронных сетей](#), Дисс. ... 1998. Другие копии онлайн: [\[4\]](#)
 26. ↑ *Taniguchi M., Haft M., Hollm'en J., Tresp V.*, [Fraud detection in communications networks using neural and probabilistic methods](#), In Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP'98), volume II, pages 1241–1244, 1998.

Источник

«<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80>»

Категории: [Вычислительная техника](#) | [Нейросети](#)