

## ПОСЛЕДНИЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Н.В. КУШНИР, А.В. КУШНИР, А.С. БУШ, П.А. ДУМАНОВ, Н.А. ПОПОВ**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: kushnir.06@mail.ru*

В современном мире компьютерные технологии проникают во все возрастающее число областей человеческой деятельности, причем их качественные показатели также растут. Управлением и автоматизацией процессов занимаются всё более гибкие и интеллектуальные системы, зачастую использующие алгоритмы искусственного интеллекта для оптимизации решений различных задач. В данной статье речь пойдёт о развитии и перспективах применения искусственных нейронных сетей - технологии, позволяющей решать множество сложных задач, требующих гибкости и адаптивности при принятии решений в таких областях, как связь и коммуникации, биология, генетика, медицина, робототехника и множестве других.

**Ключевые слова:** искусственные нейронные сети, оптимизация, обучение, искусственный интеллект

**Актуальность исследования.** Тенденции развития современного мира таковы, что всё меньше времени проходит между научным открытием и его воплощением в конкретном коммерческом продукте. Особенно наглядно это в области информационных технологий. То, что буквально год назад казалось немислимым, уже сегодня продаётся, активно используется и никого не удивляет. Это же касается и нейросетевых технологий. Совсем недавно развитие вычислительной техники позволило оценить их потенциал. Сейчас же исследования в сфере искусственных нейронных сетей продвигаются семимильными шагами, проникая в доселе неожиданные для их применения области, вовлекая всё большее число исследователей, как ученых, так и любителей, а достигнутые результаты говорят о том, что перспективы использования заслуживают самого пристального и всестороннего внимания.

**Проблема исследования.** Скорость технического прогресса так велика, что порой некоторые разработки сразу не находят своей области практического применения. Случается, что весьма перспективные исследования замораживаются в связи с отсутствием финансирования из-за невостребованности на конкретном временном срезе, или же остаются на уровне высокотехнологичной игрушки.

Поэтому ниже речь пойдёт о современных тенденциях в развитии нейросетевых технологий и перспективах их практического применения в настоящем и будущем.

**Введение.** Искусственные нейронные сети (ИНС) – совокупность моделей биологических нейронных сетей. Представляют собой сеть элементов – искусственных нейронов – связанных между собой синаптическими соединениями. Сеть обрабатывает входную информацию и в процессе изменения своего состояния во времени формирует совокупность выходных сигналов.

Работа сети состоит в преобразовании входных сигналов во времени, в результате чего меняется внутреннее состояние сети и формируются выходные воздействия. Обычно ИНС оперирует цифровыми, а не символьными величинами.

Большинство моделей ИНС требуют обучения. В общем случае, обучение – такой выбор параметров сети, при котором сеть лучше всего справляется с поставленной проблемой. Обучение – это задача многомерной оптимизации, и для ее решения существует множество алгоритмов.

Искусственные нейронные сети – набор математических и алгоритмических методов для решения широкого круга задач. Выделим характерные черты ИНС как универсального инструмента для решения задач:

1. ИНС дают возможность лучше понять организацию нервной системы человека и животных на средних уровнях: память, обработка сенсорной информации, моторика.

2. ИНС – средство обработки информации:

а) гибкая модель для нелинейной аппроксимации многомерных функций;

б) средство прогнозирования во времени для процессов, зависящих от многих переменных;

в) классификатор по многим признакам, дающий разбиение входного пространства на области;

г) средство распознавания образов;

д) инструмент для поиска по ассоциациям;

е) модель для поиска закономерностей в массивах данных.

3. ИНС свободны от ограничений обычных компьютеров благодаря параллельной обработке и сильной связанности нейронов.

4. В перспективе ИНС должны помочь понять принципы, на которых построены высшие функции нервной системы: сознание, эмоции, мышление [1].

**Периодизация исследований.** Первый шаг был сделан в 1943 г. с выходом статьи нейрофизиолога Уоррена Маккалоха (Warren McCulloch) и математика Уолтера Питтса (Walter Pitts) про работу искусственных нейронов и представления модели нейронной сети на электрических схемах.[2]

1949 г. – опубликована книга Дональда Хебба (Donald Hebb) «Организация поведения», где исследована проблематика настройки синаптических связей между нейронами.

1950-е гг. – появляются программные модели ИНС. Первые работы проведены Натаниелом Рочестером (Nathaniel Rochester) из исследовательской лаборатории ИВМ. И хотя дальнейшие реализации были успешными, эта модель потерпела неудачу, поскольку бурный рост традиционных вычислений оставил в тени нейронные исследования.

1956 г. – Дартмутский исследовательский институт искусственного интеллекта обеспечил подъем искусственного интеллекта, в частности, нейронных сетей. Стимулирование исследований ИИ разделилось на два направления: промышленные применения систем искусственного интеллекта (экспертные системы) и моделирование мозга.

1958 г. – Джон фон Нейман (John von Neumann) предложил имитацию простых функций нейронов с использованием вакуумных трубок.

1959 г. — Бернард Видроу (Bernard Widrow) и Марсиан Хофф (Marcian Hoff) разработали модели ADALINE и MADALINE (Множественные Адаптивные Линейные Элементы (Multiple ADaptive LINear Elements)). MADALINE действовала, как адаптивный фильтр, устраняющих эхо на телефонных линиях. Эта нейросеть до сих пор в коммерческом использовании.

Нейробиолог Френк Розенблатт (Frank Rosenblatt) начал работу над перцептроном. Однослойный перцептрон был построен аппаратно, и считается

классической нейросетью. Тогда перцептрон использовался для классификации входных сигналов в один из двух классов. К сожалению, однослойный перцептрон был ограниченным и подвергся критике в 1969 г., в книге Марвина Мински (Marvin Minsky) и Сеймура Пейперта (Seymour Papert) «Перцептроны».

Ранние успехи, способствовали преувеличению потенциала нейронных сетей, в частности в свете ограниченной на те времена электроники. Чрезмерное ожидание, процветающее в академическом и техническом мире, заразило общую литературу этого времени. Опасение, что эффект «мыслящей машины» отразится на человеке, все время подогревалось писателями. В частности, серия книг Азимова про роботов показала последствия на моральных ценностях человека в случае возможности интеллектуальных роботов выполнять функции человека.

Эти опасения, объединенные с невыполненными обещаниями, вызвали множество разочарований специалистов, подвергших критике исследования нейронных сетей. Результатом было прекращение финансирования. Период спада продолжался до 80-х годов.

1982 г. – к возрождению интереса привело несколько событий. Джон Хопфилд (John Hopfield) представил статью в национальную Академию Наук США. Подход Хопфилда показал возможности моделирования нейронных сетей на принципе новой архитектуры.

В то же время в Киото (Япония) состоялась Объединенная американо-японская конференция по нейронным сетям, которые объявили достижением пятой генерации. Американские периодические издания подняли эту историю, акцентируя, что США могут остаться позади, что привело к росту финансирования в области нейросетей.

С 1985 г. Американский Институт Физики начал ежегодные встречи — «Нейронные сети для вычислений».

1989 г. – на встрече «Нейронные сети для обороны» Бернард Видров сообщил аудитории о начале четвертой мировой войны, где полем боя являются мировые рынки и производства.

1990 г. – Департамент программ инновационных исследований защиты малого бизнеса назвал 16 основных и 13 дополнительных тем, где возможно использование нейронных сетей.

Сегодня, обсуждение нейронных сетей происходит везде. Перспектива их использования кажется довольно яркой в свете решения нетрадиционных проблем и является ключом к целой технологии. На данное время большинство разработок нейронных сетей принципиально работающие, но могут существовать процессорные ограничения. Исследования направлены на программные и аппаратные реализации нейросетей. Компании работают над созданием трех типов нейросетей: цифровых, аналоговых и оптических, которые обещают быть волной близкого будущего [3].

**Современные тенденции и применение.** Уже сегодня искусственные нейронные сети используются во многих областях, но прежде чем их можно будет применять там, где на карту поставлены человеческие жизни или значительные материальные ресурсы, должны быть решены важные вопросы, касающиеся надежности их работы. Поэтому уровень допустимых ошибок следует определять исходя из природы самой задачи.

Некоторые проблемы с анализом вопросов надежности возникают из-за допущения полной безошибочности компьютеров, тогда как ИНС могут быть неточны даже при их правильном функционировании. На самом же деле компьютеры, как и люди, тоже могут ошибаться. Первые – в силу различных технических проблем или ошибок в программах, вторые – из-за невнимательности, усталости или непрофессионализма. Следовательно, для особо критических задач необходимо, чтобы эти системы дублировали и страховали друг друга. А это значит, при решении таких задач нейронные сети должны выступать не в качестве единственных средств, а в качестве дополнительных, предупреждающих особые ситуации или берущих на себя управление, когда проблема не решается стандартным образом и какие-либо задержки могут привести к катастрофе.

Другая трудность использования нейронных сетей состоит в том, что традиционные нейронные сети неспособны объяснить, каким образом они решают

задачу. Внутреннее представление результатов обучения зачастую настолько сложно, что его невозможно проанализировать, за исключением некоторых простейших случаев, обычно не представляющих интереса.

В последнее время предпринимаются активные попытки объединения ИНС и экспертных систем. В такой системе ИНС может реагировать на большинство относительно простых случаев, а все остальные передаются для рассмотрения экспертной системе. В результате сложные случаи принимаются на более высоком уровне, при этом, возможно, со сбором дополнительных данных или даже с привлечением экспертов.

Нейросетевые прикладные пакеты, разрабатываемые рядом компаний, позволяют пользователям работать с разными видами нейронных сетей и с различными способами их обучения. Они могут быть как специализированными (например, для предсказания курса акций), так и достаточно универсальными.

Области применения нейронных сетей весьма разнообразны – это распознавание текста и речи, семантический поиск, экспертные системы и системы поддержки принятия решений, предсказание курсов акций, системы безопасности, анализ текстов.

Рассмотрим несколько особенно ярких и интересных примеров использования нейронных сетей в разных областях.

В 1996 году фирмой Accurate Automation Corp, Chattanooga, TN по заказу NASA и Air Force был разработан экспериментальный автопилотируемый гиперзвуковой самолет-разведчик LoFLYTE (Low-Observable Flight Test Experiment). Самолет имел длину всего 2,5 м и вес 32 кг и был предназначен для исследования новых принципов пилотирования. LoFLYTE использовал нейронные сети, позволяющие автопилоту обучаться, копируя приемы пилотирования летчика. Поскольку самолет был предназначен для полетов со скоростью 4-5 махов, то быстрота реакции пилота-человека могла быть недостаточной для адекватного отклика на изменение режима полета.

В этом случае на помощь приходили нейронные сети, которые перенимали опыт управления у летчика и за счет высокой скорости обработки информации позволяли быстро находить выход в аварийных и экстремальных ситуациях.

Одна из важнейших задач в области телекоммуникаций, которая заключается в нахождении оптимального пути пересылки трафика между узлами, может быть успешно решена с помощью нейронных сетей. В данном случае необходимо принимать во внимание то, что, во-первых, предложенное решение должно учитывать текущее состояние сети, качество связи и наличие сбойных участков, а во-вторых, поиск оптимального решения должен осуществляться в реальном времени. Нейронные сети хорошо подходят для решения задач такого рода. Кроме управления маршрутизацией потоков, нейронные сети могут использоваться и при проектировании новых телекоммуникационных сетей, позволяя получать весьма эффективные решения.

В настоящее время ИНС являются важным расширением понятия вычисления. Они уже позволили справиться с рядом непростых проблем и обещают создание новых программ и устройств, способных решать задачи, которые пока под силу только человеку.

Современные нейрокомпьютеры используются в основном в программных продуктах и поэтому редко задействуют свой потенциал «параллелизма». Эпоха настоящих параллельных нейровычислений начнется с появлением на рынке большого числа аппаратных реализаций – специализированных нейрочипов и плат расширений, предназначенных для обработки речи, видео, статических изображений и других типов образной информации.

Со временем должна появиться и бытовая техника, подстраивающаяся под своего владельца, предвестником которой можно считать нейросетевой блок адаптивного управления в новом пылесосе фирмы Samsung. Системы безопасности будут узнавать своих хозяев по голосу, внешнему виду и ряду других уникальных характеристик.

Получат развитие и системы жизнеобеспечения «умных» электронных домов, которые станут еще более адаптивными и обучаемыми. На производстве и в

различных промышленных системах интеллектуальные нейросетевые контроллеры смогут распознавать потенциально опасные ситуации, уведомлять о них людей и принимать адекватные и, что самое главное, своевременные меры. Потоки данных в вычислительных сетях и сетях сотовой связи тоже будут оптимизироваться с помощью нейротехнологий.

Множество надежд в отношении нейронных сетей сегодня связывают именно с аппаратными реализациями, но пока время их массового выхода на рынок, видимо, еще не пришло. Они или выпускаются в составе специализированных устройств, или достаточно дороги, а, зачастую, и то и другое. На их разработку тратится значительное время, за которое программные реализации на самых последних компьютерах оказываются лишь на порядок менее производительными, что делает использование нейропроцессоров нерентабельным. Но все это только вопрос времени — нейронным сетям предстоит пройти тот же путь, по которому еще совсем недавно развивались компьютеры, увеличивая свои возможности и производительность, захватывая новые сферы применения по мере возникновения новых задач и развития технической основы для их разработки [4].

Другой областью применения нейронных сетей является их использование в специализированных программных агентах – в роботах, предназначенных для обработки информации, а не для физической работы. Интеллектуальные помощники должны облегчать пользователям работу с информацией и общение с компьютером. Их отличительной чертой будет стремление как можно лучше понять, что от них требуется, за счет наблюдения и анализа поведения своего хозяина, стараясь обнаружить в этом поведении некоторые закономерности и своевременно предложить свои услуги для выполнения определенных операций, например, для фильтрации новостных сообщений, с советами по разрешению возникшей проблемы или для резервного копирования документов, над которыми пользователь работает. Именно поэтому нейронные сети, способные обобщать данные и находить в них закономерности, являются естественным компонентом подобных программных агентов.



Должен измениться и интерфейс взаимодействия пользователя с сетью, который будет основываться на интеллектуальных агентах – новом виде программного обеспечения, получившем название agentware. Агенты будут взаимодействовать не только со своим пользователем, но и с другими такими же агентами и со специальными сервисами. Вследствие этого в сети появится своего рода новый социум с самообучающимися агентами, которые будут принимать решения от имени пользователя, и пока еще трудно сказать, к чему это приведет [4].

Корпорация Google является ведущим лидером в области нейросетевых технологий. Это обусловлено колоссальными финансовыми возможностями и, что ещё более важно, практически неограниченным материалом для обучения нейронных сетей, получаемым из самой популярной в мире поисковой системы. Голосовой поиск Google использует для распознавания речи рекуррентные нейронные сети. Их преимущество заключается в том, что они имеют циклы обратной связи в своей топологии, позволяющие им моделировать временные зависимости. И их обучение, а следовательно – совершенствование, происходит постоянно на основе анализа голосовых запросов пользователей всех национальностей, возрастов, говорящих на различных диалектах, с различными акцентами, интонациями, тембрами, что делает распознавание всё более точным и эффективным.

Таким образом, применение ИНС в речевых технологиях позволит распространить интерфейсы взаимодействия человека с машиной при помощи естественного языка.

Однако Google не ограничивается голосовым поиском. Инженеры корпорации недавно продемонстрировали программное обеспечение Deep Dream, способное узнавать, что именно находится на изображениях.

И сразу за этим учёные Стэнфордского университета рассказали об исследовании, в рамках которого разработали похожий софт под названием NeuralTalk, который может анализировать визуальные образы и описывать их с почти пугающей точностью.

На выставке CES в этом году соучредитель, президент и генеральный директор Nvidia Джен-Сен Хуан заявил, что её автомобильный «суперкомпьютер» Drive PX включает «глубокую нейронную сеть компьютерного зрения». По его словам, технология позволяет определять опасности во время езды, предупреждать о пешеходах, знаках, спецмашинах и других объектах. Применение нейронной сети в данном случае значит, что Drive PX не требуются эталонные изображения каждого объекта. Недалеко до создания полноценного автомобильного автопилота.

**Заключение.** Развитие нейросетевых технологий можно сравнить с историей авиации и космонавтики. Некогда это были исключительно наукоёмкие сферы, исследования в которых могли себе позволить лишь государственные структуры и огромные корпорации. Сейчас же мир находится на такой ступени общего технического развития, что проводятся соревнования летательных аппаратов, сконструированных любителями, а частные компании осваивают космические полёты. Так и нейросетевые технологии сейчас стали доступны всем желающим. А это неотвратимо должно привести к их повсеместному распространению к кажущихся сейчас неожиданными областях. Какое в таком случае будущее нас ждёт? Автомобили с автоуправлением, умные дома, диалог с машиной, роботы, способные справляться с задачами наравне с человеком, а возможно и лучше. Не далёк час, когда ИНС в паре с экспертной системой проберутся в юриспруденцию, а может даже и в политику. Перспективы поистине безграничны. Даже несмотря на уже кажущиеся ощутимыми результаты применения нейросетевых технологий, они всё равно лишь на зачаточном уровне в сравнении с их возможностями в будущем. А будущее зависит от нас.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ИИ – Искусственный интеллект

ИНС – Искусственная нейронная сеть

## ЛИТЕРАТУРА

1. Заенцев И. В. Нейронные сети: основные модели Воронеж ВГУ, 1999. 76 с.
2. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2006. –615 с.

3. Нейронные сети. – URL: <http://www.kazedu.kz/referat/176091> Дата обращения: 26.11.2015.

4. Проблемы и перспективы нейронных сетей. URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=45342> Дата обращения: 26.11.2015.

#### REFERENCES

1. Zaencev I. V. Neironnyye seti: osnovnyye modeli Voronezh VGU, 1999. 76 s.

2. Lucenko E.V. Intellektual'nye informacionnye sistemy Uchebnoe posobie. 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: KubGAU, 2006. –615 s.

3. Neironnyye seti. – URL: <http://www.kazedu.kz/referat/176091> Data obrashhenija: 26.11.2015.

4. Problemy i perspektivy neironnyh setej. URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=45342> Data obrashhenija: 26.11.2015.

#### *LAST TRENDS IN THE DEVELOPING OF NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES*

**N.V. KUSHNIR, A.V. KUSHNIR, A.S. BUSH, P.A. DUMANOV, N.A. POPOV**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya St., Krasnodar, Russian Federation, 350072,  
e-mail: kushnir.06@mail.ru*

Nowadays informational technologies penetrate an increasing amount of human activities, thus rising up their mark of quality. Control and automation of processes engaged in increasingly flexible and intelligent systems often using artificial intelligence algorithms to optimize the solution of various problems. In this article, we will focus on the development and prospects of the use of artificial neural networks – the technology allows us to solve many complex problems that require flexibility and adaptability of decision-making in such areas as telecommunications and communication, biology, genetics, medicine, robotics and many others.

**Key words:** artificial neural networks, optimization, learning, artificial intelligence.