

УДК 621.396

А.А. Скидан, А.А. Лаврут, Т.В. Лаврут

Полтавський військовий інститут зв'язи, Полтава

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ УКРАИНЫ

*Рассматривается возможность использования нейросетевых технологий для проведения технической диагностики средств связи в ВС Украины. Показана необходимость создания измерительного диагностического комплекса для решения задач диагностики, технического обслуживания и ремонта.*

*нейронная сеть, диагностика, техническое обслуживание*

### Введение

Нейронные сети (НС) находят широкое применение в различных сферах деятельности человека. Это страховая деятельность банков; прогнозирование банкротств, денежных потоков, налоговых поступлений; оценка кредитного риска, эффективности биржевой деятельности; предсказание результатов займов; диагностика в медицине и т.д.

После двух десятилетий почти полного забвения интерес к искусственным нейронным сетям быстро вырос за последние несколько лет. Специалисты из таких далеких областей, как техническое конструирование, философия, физиология и психология заинтригованы возможностями, предоставляемыми этой технологией, и ищут приложения им внутри своих дисциплин [2]. Это возрождение интереса было вызвано как теоретическими, так и прикладными достижениями. Неожиданно открылись возможности использования вычислений в сферах, до этого относящихся лишь к области человеческого интеллекта, возможности создания машин, которые способны учиться и запоминать [3, 5, 6, 8].

Анализ литературы [2, 3, 5, 6, 8 – 10] показал, что в основном использование НС идет в экономике, медицине, банковском прогнозировании. Наряду с этим интенсивно идет развитие современных средств связи, которые применяются и в военной сфере. Применение НС для диагностики средств связи (например, при плановом техническом обслуживании, ремонте, а также в состоянии непрерывной работы) на сегодняшний день является малоизученным и актуальным направлением. Таким образом, **целью статьи** является всестороннее рассмотрение развития нейронных сетей на современном этапе для определения возможности их использования в технической диагностике средств связи в Вооруженных Силах (ВС) Украины.

### Основной материал

Нейронные сети могут менять свое поведение в зависимости от внешней среды. Этот фактор в большей степени, чем любой другой, ответствен за тот интерес, который они вызывают. После воздей-

ствия входных сигналов (возможно, вместе с требуемыми выходами) они самонастраиваются, чтобы обеспечивать требуемую реакцию.

Отклик сети после обучения может быть до некоторой степени нечувствителен к небольшим изменениям входных сигналов. Эта внутренне присущая способность видеть образ сквозь шум и искажения жизненно важна для распознавания образов в реальном мире. Она позволяет преодолеть требование строгой точности, предъявляемое обычным компьютером, и открывает путь к системе, которая может иметь дело с тем несовершенным миром, в котором мы живем. Важно отметить, что искусственная нейронная сеть делает обобщения автоматически благодаря своей структуре, а не с помощью использования “человеческого интеллекта” в форме специально написанных компьютерных программ.

Искусственные нейронные сети – набор математических и алгоритмических методов для решения широкого круга задач. Нейронные сети превосходят последовательные машины в решении тех же задач, в которых машину превосходит человек. Задачи, требующие большого объема вычислений или высокой точности, лучше выполняются обычной ЭВМ [2, 4, 6].

К задачам, успешно решаемым с помощью НС на данном этапе их развития, относятся:

- распознавание зрительных, слуховых образов (огромная область применения: от распознавания текста и целей на экране радара до систем голосового управления);
- ассоциативный поиск информации и создание ассоциативных моделей (синтез речи, формирование естественного языка);
- формирование моделей и различных нелинейных и трудно описываемых математически систем, прогнозирование развития этих систем во времени (применение на производстве; прогнозирование развития циклонов и других природных процессов; прогнозирование изменений курсов валют и других финансовых процессов);
- системы управления и регулирования с предсказанием (управление роботами, другими сложными устройствами);

– різнообразные конечные автоматы (системы массового обслуживания и коммутации, телекоммуникационные системы);

– принятие решений и диагностика, исключаяющие логический вывод; особенно в областях, где отсутствуют четкие математические модели (в медицине, криминалистике, финансовой сфере).

Существуют различные подходы к построению систем искусственного интеллекта (ИИ) к которым относятся и нейронные сети. Например, известная сеть Хопфилда, хоть и с ограничениями, может решать задачу коммивояжера – задачу экспоненциальной сложности. Сеть Хемминга [9] успешно реализует ассоциативную память. Сети Кохонена (карты Кохонена) [10] эффективно используют принцип кластеризации и широко применяются в экономике, финансах, бизнесе и т.д. Эффективно применяются нейросети для аппроксимации функций многих переменных в виде рекурсивного разложения в базисе передаточной функции [1].

На сегодняшний день в Вооруженных Силах (ВС) Украины происходит процесс постепенной замены устаревшего аналогового оборудования на современные цифровые средства связи. Эксплуатация любого типа оборудования предполагает решение вопросов связанных с их техническим обслуживанием и ремонтом.

На данном этапе в ВС Украины существуют различные виды технического обслуживания (ТО), основным из которых можно выделить ТО-2 (при котором проводится детальное измерение основных

электрических параметров). Существует так же ТО по техническому состоянию (как правило, для техники нового парка), которое проводится исключительно в случае выхода за пределы допуска хотя бы одного из контролируемых параметров (срабатывает световая или звуковая сигнализация). Однако для реализации такого подхода необходимо иметь в аппаратуре развитую систему контроля и диагностики.

На проведение ТО в современных условиях требуется достаточно много сил и средств. Это несколько десятков часов, узко и высокоспециализированный персонал, до десятка высокоточного и дорогостоящего измерительного оборудования.

При современных объемах финансирования ВС необходимо пересматривать подходы к проведению диагностики средств связи, в том числе, при ТО и ремонте.

Учитывая преимущества НС, задачу диагностики при ТО различных типов средств связи можно свести к процессу распознавание образов, где образ – это состояние средства связи в целом или его отдельных составляющих. В этом случае принятие решения о состоянии средства связи происходит с помощью НС и есть возможность провести как количественную оценку параметров, так спрогнозировать его состояние на определенный период времени.

Как уже отмечалось НС представляет собой взаимосвязанную совокупность нейронов (ячеек). Модель нейрона во взаимодействии с другими нейронами нейросети представлена на рис. 1.

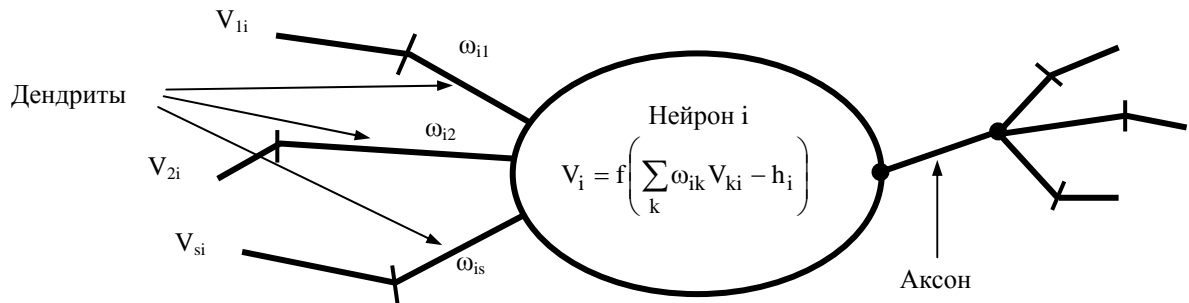


Рис. 1. Модель нейрона во взаимодействии с другими нейронами

Здесь  $V_{ki}$  – энергетические доли импульсов  $V_k$ , выработанных другими нейронами и поступивших на дендриты нейрона  $i$ ;  $\omega_{ik}$  – веса дендритов;  $h_i$  – пороги. В свою очередь, выработанный импульс  $V_i$  также распространяется по дендритам нейронов, с которыми связан нейрон  $i$  с помощью ветвящегося аксона. В соответствии с законом распределения энергии величина  $V_i$  делится пропорционально значениям весов дендритов “принимающих” нейронов.

Каждый нейрон управляет или извне, или по принципу самоуправления с помощью обратных связей. Можно регулировать значения *весов связей*  $\{\omega_i\}$  и значения *порогов*  $h_i$ . Такое регулирование, реализованное в разных моделях, и определяет возможность обучения и самообучения сети. Оно зада-

ет пути прохождения возбуждений через сеть, простейшим образом формируя связи “посылка – следствие” [1]. На рис. 2 изображен фрагмент нейросети.

Функции  $f$  бывают различны, но просты по объему вычислений. В простейшем случае  $f$  совпадает с линейной формой – указанным аргументом, т. е. по всем связям (*дендритам*) с учетом их весов (рис. 2) производится суммирование и сравнение с порогом:

$$V_i = \xi((\omega_{i1} V_2 + \omega_{i2} V_4) - h); \quad \xi(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < 0; \\ x, & \text{при } x \geq 0, \end{cases}$$

величина превышения порога является величиной возбуждения нейрона или определяет значение величины возбуждения. Например, в некоторых моделях величина возбуждения всегда равна единице,

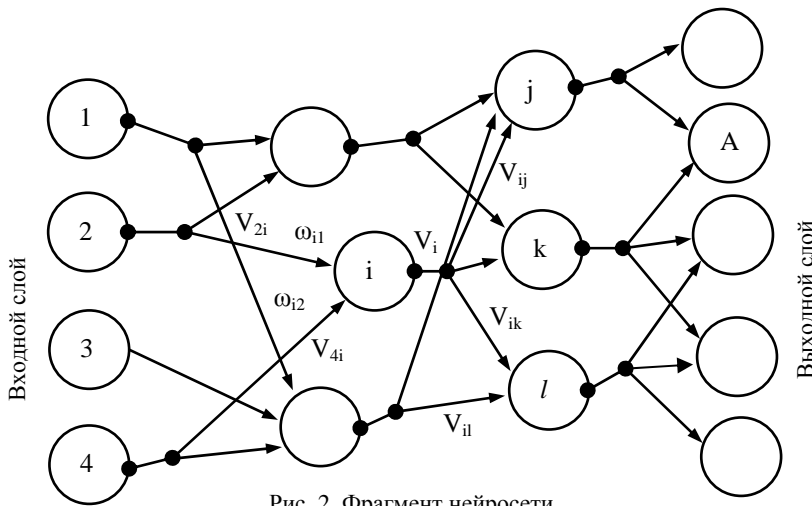


Рис. 2. Фрагмент нейросети

отсутствие возбуждения соответствует нулю. В других моделях допускают и отрицательную величину возбуждения. Значение возбуждения передается через ветвящийся аксон в соответствии со связями нейрона [1].

В зависимости от постановки задачи на определение состояния средства связи входными сигналами могут быть как основные параметры (выходная мощность, чувствительность и т.д.), так и вспомогательные (частоты, токи и напряжения в различных контрольных точках отдельных блоков). Выходной слой характеризует различные состояния системы [7].

В процессе обучения НС происходит запоминание значения отдельных параметров и состояния конкретного средства связи в целом (создание образа). Использование данного образа при последующих ТО служит критерием оценки "годен - не годен".

Технически процесс ТО различных средств связи может быть реализован одним измерительно-диагностическим комплексом на базе ПК. Имея коммутационное устройство, с помощью которого соединяются выходы аппаратуры (в том числе и старого парка) со входом ПК, процесс распознавания состояния происходит за считанные секунды. Результат анализа может сохраняться на жестком диске для последующего анализа.

Таким образом, рабочее место будет включать измерительно-диагностический комплекс, состоящий из одного ПК, нейронной сети (ее программной реализации) и коммутационного устройства. Все работы по измерению основных электрических параметров может проводить один человек, причем требования к его квалификации будут минимальными (умение работать с ПК и соответствующим программным продуктом). На данном этапе для проведения ТО в полевых условиях используются различного типа аппаратные. С уменьшением количества измерительного оборудования увеличивается рабочее пространство. Измерительно-диагностический комплекс за счет коммутационного устройства и специального программного продукта может быть универсальным и использоваться для диагностики многих типов аппара-

туры связи. Тем самым можно уменьшить количество имеющихся специализированных аппаратных технического обслуживания, что в свою очередь даст значительный экономический эффект.

Реализацию данного измерительно-диагностического комплекса можно осуществить в три этапа: 1-й – разработка непосредственно самой нейронной сети под конкретные задачи, а также ее обучение (определение входных, выходных параметров и весовых коэффициентов сети); 2-й – разработка и создание программного продукта для реализации нейронной сети на ПК; 3-й – разработка и реализация коммутационного устройства на современной элементной базе для согласования выходных параметров разнотипных средств связи со входом ПК.

### Выводы

Как показал анализ, искусственные нейронные сети могут использоваться для решения задач, простирающихся от управления боем до присмотра за ребенком. Потенциальными приложениями являются те, где человеческий интеллект малоэффективен, а обычные вычисления трудоемки или неадекватны. Искусственные нейронные сети не являются панацеей. Они, очевидно, не годятся для выполнения таких задач, как начисление заработной платы. Похоже, однако, что им будет отдаваться предпочтение в большом классе задач распознавания образов, с которыми плохо или вообще не справляются обычные компьютеры.

Применение НС в диагностике средств связи, в том числе и старого парка, позволит сократить время на проведение ТО, количество используемых измерительных приборов (как правило дорогостоящих), уменьшить количество и снизить требования к техническому персоналу, увеличить рабочее пространство в аппаратной технического обслуживания и, как следствие, сократить само количество специализированных аппаратных. Все это вместе взятое даст значительный экономический эффект при развитии современных ВС Украины.

### Список литературы

1. Барский А.Б. *Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений*. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
2. *Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности* / Г.К. Воронковский, К.В. Махотило, С.Н. Петрашев, С.А. Сергеев. – Х.: ОСНОВА, 1997. – 112 с.
3. Заенцев И.В. *Нейронные сети: основные модели*. – Воронеж, 1999. – 76 с.
4. Суровцев И.С., Клюкин В.И., Пивоварова Р.П. *Нейронные сети*. – Воронеж: ВГУ, 1994. – 224 с.
5. Уоссермен Ф. *Нейрокомпьютерная техника: теория и практика*. – М.: Мир, 1992. – 161 с.

6. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. *Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы.* – М.: Горячая Линия – Телеком, 2007. – 452 с.

7. Лаврут А.А., Скидан А.А. *Возможности использования нейронных сетей в диагностике современных средств связи // Материалы XV международной научно-технической конференции “Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье”.* – Х.: НТУ “ХПИ”. – 2007. – С. 69.

8. Рассел С., Норвиг П. *Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ.* – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 1408 с.

9. Круглое В.В., Борисов В.В. *Искусственные нейронные сети. Теория и практика.* – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 325 с.

10. Галушкин А.И. *Теория нейронных сетей. Сер. Нейрокомпьютеры и их применение. Кн. 1.* – М.: ИПРЖР, 2000. – 352 с.

Поступила в редколлегию 26.10.2007

**Рецензент:** д-р физ.-мат. наук, проф. С.Н. Шульга, Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков.