

УДК 004.8+159.9

## Нейронные сети – инструмент для получения новых знаний: успехи, проблемы, перспективы

© Авторы, 2015

© ЗАО «Издательство «Радиотехника», 2015

**Л.Н. Ясницкий** – д.т.н., профессор, кафедра «Прикладная математика и информатика», Пермский государственный национальный исследовательский университет  
E-mail: yasn@psu.ru

Приведены и проанализированы примеры извлечения с помощью нейронных сетей закономерностей, некоторые из которых не могут быть объяснены в рамках официальной науки. Отмечается, что метод нейросетевого моделирования позволяет такими закономерностями успешно пользоваться на практике.

**Ключевые слова:** интеллектуальный анализ данных, мозг, нейронная сеть, астрология, знание, психодиагностика.

Presented and analyzed examples of the mining of new laws using neural networks. Some of these laws can not be explained within the framework of mainstream science. It is shown that the method of neural network modeling allows such knowledge to successfully use in practice.

**Keywords:** data mining, brain, neural network, astrology, knowledge, psychological testing.

*«Наука должна заниматься тем, чего «не может быть»,  
а то, что «может быть», – это уже не наука, а технология»*

*П. Л. Капица*

### Введение

Существует две точки зрения на природу нейронных сетей [1–4]: 1) нейронные сети – это математический аппарат, предназначенный для аппроксимации данных; 2) нейронные сети – это математические модели мозга.

Не возражая против первой трактовки, обратим внимание на то, что основатели нейроинформатики Уолтер Питтс, Уоррен Мак–Каллок и Фрэнк Розенблатт были нейрофизиологами и они ставили задачу изучения принципов работы мозга. Введя гипотезы, отдаленно отражающие деятельность мозга, они создали его упрощенную модель – перцептрон, сразу же удививший мир тем, что, не смотря на простоту заложенных гипотез, он унаследовал некоторые интеллектуальные свойства своего прототипа. Этот первый нейрокомпьютер удивил мир тем, что научился решать задачу, считающуюся интеллектуальной – распознавать буквы латинского алфавита, распознавать образы. Причем обучен он был этому искусству с помощью алгоритма, которым обучают детей – «поощрения-наказания», что само по себе также вызывало восхищение.

Второй раз мир удивился, когда перцептрон обнаружил еще более высокоинтеллектуальное свойство мозга – свойство обобщения. Он распознал буквы, написанные другим почерком, т.е. такие образы, которые он никогда «не видел».

Затем выявилось свойство живучести. Как известно, мозг обладает исключительной живучестью. Известны случаи, когда он продолжал функционировать, потеряв до 30% нейронов. Примерно то же самое наблюдалось и при испытаниях нейрокомпьютеров военного назначения.

Несколько позже некоторые авторы обратили внимание на нейросетевую интуицию (или «шестое чувство»), как на способность принимать правильные решения в тех случаях, когда с помощью обычной логики для принятия таких решений исходной информации недостаточно.

Известные свойства невербальности и гиперразмерности можно также квалифицировать как свойства, унаследованные от мозга.

В настоящей статье обсудим еще одно, пожалуй, самое впечатляющее свойство нейронных сетей, унаследованное от мозга, причем на этот раз – от мозга человеческого. Это способность открывать законы природы, извлекать знания из данных.

Примеров, когда с помощью нейронных сетей были заново открыты известные законы природы, можно привести множество. Так, школьники, изучив курс искусственного интеллекта по

учебным пособиям [5, 6] с помощью нейросимулятора, скаченного с сайта www.LbAi.ru, выполняя лабораторные работы этого сайта, успешно справляются с такими эпохальными задачами прошлых столетий, как: «Открыть второй закон Ньютона»; «Открыть теорему Пифагора»; «Не пользуясь законами физики, получить формулу для вычисления дальности полета тела, брошенного под углом к горизонту».

Ниже обратим внимание на случаи, когда с помощью нейронных сетей удавалось выявлять неизвестные ранее закономерности, причем такие, которые в рамках традиционной науки объяснить не удавалось, или объяснения находились, но, спустя некоторое время, после длительных обсуждений, более детального изучения и экспериментального подтверждения.

### Примеры выявления объясненных закономерностей

**Пример 1.** В нашей практике первый такой случай произошел в 2001 г. при разработке нейросетевой системы диагностики авиационных двигателей. Работа выполнялась в сотрудничестве с ОАО «Авиадвигатель» (г. Пермь). Были поставлены сведения о дефектах, обнаруженных при исследовании двигателей, прибывших в ремонт, а также комплекс полетных параметров, характеризующих работу двигателей за время их эксплуатации на самолётах. Таким образом, были сформированы обучающее и тестирующее множества примеров и создана нейронная сеть, на вход которой при обучении подавались параметры работы двигателей, снятые до их разборки:  $x_1, x_2, \dots, x_N$ , а на выход – сведения о его дефектах:  $y_1, y_2, \dots, y_M$ , полученные в результате исследований разобранных двигателей (рис. 1).

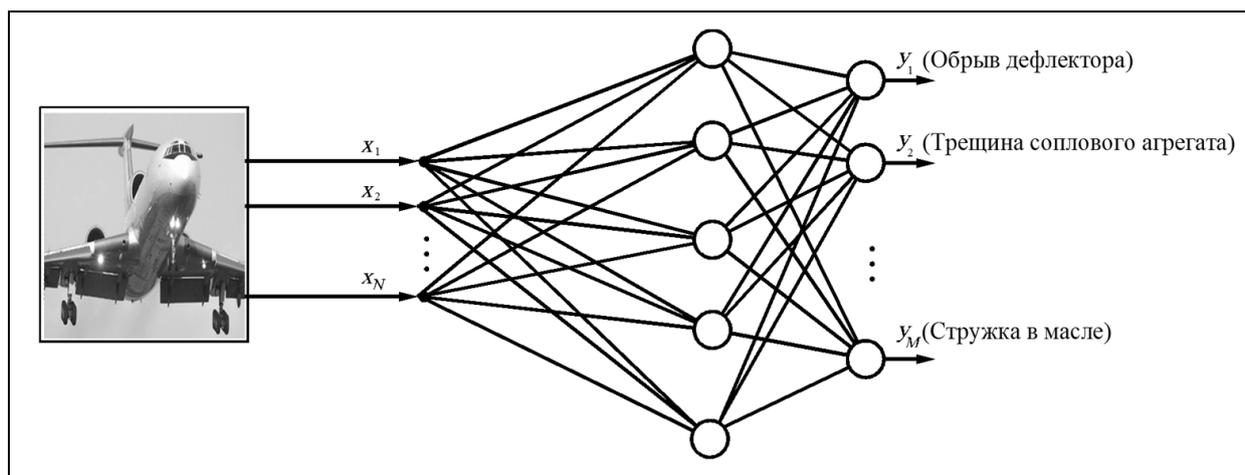


Рис. 1. Принципиальная схема нейросетевой системы диагностики авиационного двигателя

Нейронная сеть обучилась и прошла тестовые испытания на примерах, которых не было в обучающем множестве. После этого заказчики устроили дополнительные проверки. Нам представляли комплекс параметров авиадвигателя без указания сведений о его техническом состоянии. Параметры подавались на вход нейронной сети, и она ставила диагнозы, которые сравнивались с результатами исследований двигателей при разборке.

По одному из двигателей нейросеть поставила диагноз: «Появление стружки в масле», совпадающий с результатами заводских исследований [7]. Между тем, по мнению специалистов АО «Авиадвигатель» появление стружки в маслблоке не должно влиять ни на один из параметров работы двигателя: температуру, давление, вибрацию и др., следовательно, нейросеть, на вход которой подавались именно эти параметры двигателя, принципиально не должна была ставить диагноз «стружка в масле». Но она его ставила, и оказывалась права.

Складывалось впечатление, что нейронная сеть принимает правильные решения, используя информацию, недостаточную, с точки зрения традиционной логики. В жизни это свойство мозга принято называть «интуицией» или «шестым чувством». В связи с этим в книге [8] было

высказано мнение, что нейронная сеть, выполненная «по образу и подобию» мозга, унаследовала от него и это замечательное свойство.

Позднее, после длительных обсуждений, было найдено логическое объяснение обнаруженного феномена, которое состоит в следующем. Действительно, согласно общепринятому мнению специалистов, появление стружки в поддоне двигателя, практически не сказывается на его температуре, вибрациях, шумах, перепадах давления и пр., а следовательно, не вызывает серьезных отклонений ни одного из значений параметров входного вектора  $X$ :  $x_1, x_2, \dots$ . Но возможно, что небольшие, незаметные для глаза специалистов отклонения в параметрах работы двигателя при появлении стружки все-таки есть. Причем, возможно, появление стружки приводит к изменениям не одного и не двух, а сразу многих компонентов вектора  $X$ , и нейросеть реагирует на этот комплекс незаметных глазу изменений. Ведь она «следит» не за одним и не за двумя, а сразу за всеми компонентами вектора  $X$ .

Впоследствии мы не раз наблюдали, как нейросети ставили правильные диагнозы и выполняли подтвердившиеся впоследствии прогнозы, объяснить которые в рамках традиционной логики было затруднительно, а термины «интуиция» и «шестое чувство нейронных сетей»,

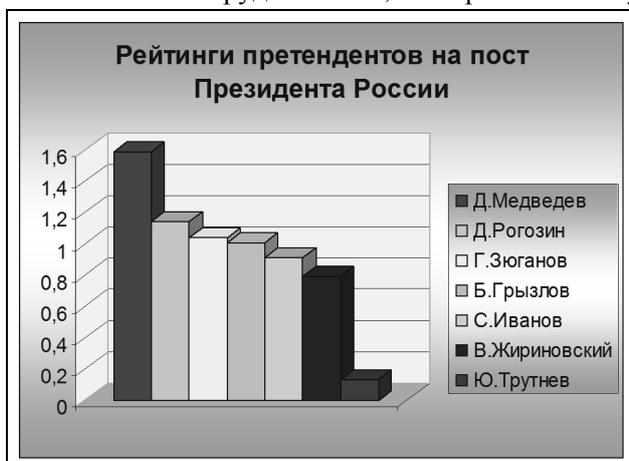


Рис. 2. Прогноз результатов голосований [9], за полтора года до президентских выборов 2008 г.

продемонстрированные в книге [8], стали употребляться некоторыми авторами, о чем свидетельствует ее высокий индекс цитируемости.

Пример 2. В работе [9] была спрогнозирована победа Д. Медведева за полтора года до президентских выборов 2008 г. (см. рис. 2), когда его личность как политика еще была мало известна. А в работах [10, 11], опубликованных в 2008 и 2010 гг., когда Д. Медведев был только избран президентом России и его рейтинг был чрезвычайно высок, ему прогнозировалось снижение рейтинга (рис. 3,а), тогда как другому политику – В. Жириновскому, прогнозные кривые предсказали рост популярности (рис. 3,б).

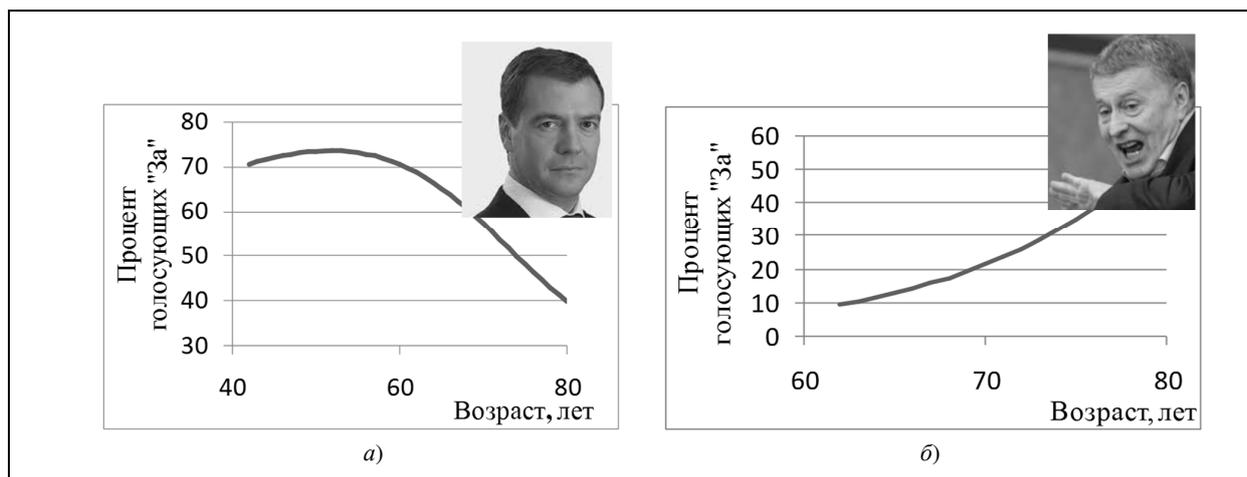


Рис. 3. Зависимость рейтинга Д. Медведева (а) и В. Жириновского (б) от их возраста (опубликовано в 2008 г. [10, 11])

Тогда, в 2008–2010 гг., ни политики, ни психологи не могли дать логического объяснения этим прогнозам. Они им просто не верили. Теперь же, когда прогнозы сбылись, и у политиков, и у психологов логические объяснения без труда находятся.

Пример 3. В 2013 г. закончился финансируемый Правительством Пермского края и Группой компаний ИВС проект создания медицинской диагностической системы, выполняемый совместно с Пермской государственной медицинской академией им. академика Е.А. Вагнера. Обученная на 900 примерах данных о кардиологических больных, нейронная сеть с достаточно высокой точностью ставит диагнозы наиболее распространенных заболеваний сердечно-сосудистой системы.

На рис. 4 приведены результаты диагностики и прогнозирования степени прогрессирования ишемической болезни сердца (ИБС) двух пациентов, обозначенных  $P_1$  и  $P_2$ , на ближайшие 5, 10 и 15 лет, выполненные при варьировании их режима, образа жизни и приема некоторых лекарственных препаратов. Результаты моделирования, приведенные на рис. 4,а, выполнены для пациента  $P_1$ , являющегося 47-й летней женщиной, имеющей рост 172 см, вес – 64 кг, соблюдающей гипохолестериновую диету, не употребляющей алкоголь, некурящей, регулярно принимающей лекарственные препараты, снижающие артериальное давление, не занимающейся спортом и лечебной физкультурой. Пациенту  $P_1$  врачами поставлен диагноз ИБС со степенью уверенности (прогрессирования) 20 баллов, о чем свидетельствует группа столбцов гистограммы рис. 4, помеченная как «Текущий диагноз». Правее на этом же рисунке построены три группы столбцов, изображающие прогнозные значения степени прогрессирования ИБС на 5, 10 и 15 лет. Причем, в каждой такой группе крайний левый столбец соответствует прогнозной степени прогрессирования ИБС при условии, что пациент в течение прогнозируемого периода не меняет свой режим, диету и образ жизни. В дальнейшем такой прогноз будем называть S-прогнозом. В каждой группе столбцов второй слева столбик соответствует случаю, если бы пациент занялся профессиональным спортом; третий столбик – при условии, что он начнет курить; четвертый столбик – снизит вес на 10 кг и т.д., как указано на рис. 4 справа.

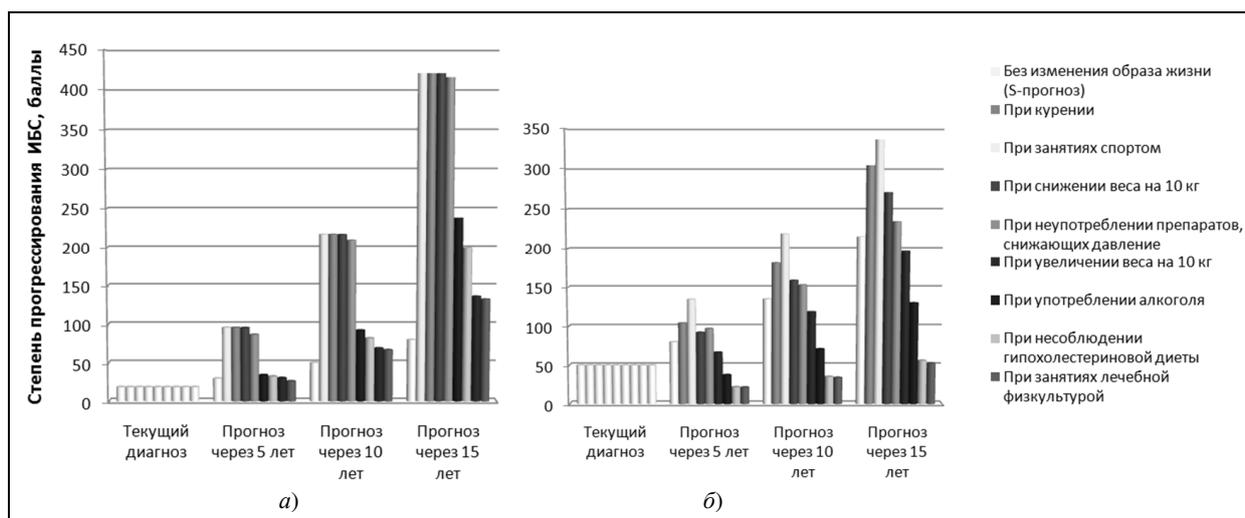


Рис. 4. Результат диагностики и прогнозирования степени прогрессирования ИБС пациента  $P_1$  (а) и  $P_2$  (б) на 5, 10 и 15 лет при варьировании диеты, образа и условий жизни

Как видно из гистограммы рис. 4,а, если пациент  $P_1$  не будет менять свою диету и образ жизни (такой случай мы называем S-прогнозом), то через пять лет ИБС разовьется с 20 до 30 баллов, через 10 лет – до 50 баллов, а через 15 лет – до 80 баллов. Если пациент станет заниматься спортом, или начнет курить, или снизит свой вес на 10 кг, или перестанет употреблять препараты, снижающие артериальное давление, то через пять лет степень прогрессирования его ИБС приблизится к 100 баллам, а через 10 и 15 лет превысит 200 и 400 баллов, что в реальной жизни можно интерпретировать как состояние, угрожающее жизни. Если пациент начнет регулярно употреблять алкоголь, или перестанет соблюдать гипохолестериновую диету, или повысит вес на 10 кг, или станет регулярно заниматься лечебной физкультурой, то через пять лет это не вызовет существенного изменения степени прогрессирования ИБС по сравнению с S-прогнозом. Однако через 10 лет

регулярное употребление алкоголя приведет к прогрессированию ИБС до 92 баллов, несоблюдение гипохолестериновой диеты – до 82 баллов, увеличение веса на 10 кг – до 70 баллов, занятия лечебной физкультурой – до 67 баллов. Через 15 лет регулярное употребление алкоголя согласно прогнозам вызовет прогрессирование ИБС до 237 баллов, несоблюдение гипохолестериновой диеты – до 200 баллов, увеличение веса на 10 кг или регулярные занятия лечебной физкультурой приведут к развитию ИБС до 135 баллов.

Анализируя проведенные исследования, можно заметить, что результаты прогнозирования для пациента  $P_1$  не противоречат распространенному в медицине мнению о том, что развитию ИБС способствует избыточный холестерин, повышенное артериальное давление, занятия профессиональным спортом, регулярное курение и употребление алкоголя. Однако, как показал опыт дальнейших исследований, встречаются пациенты, при моделировании которых выявляются несколько иные закономерности. Один из таких нетипичных примеров приведен на рис. 4,б, на котором представлены результаты прогнозных вычислений для пациента  $P_2$ , являющегося женщиной 73 лет, имеющей рост 150 см, вес 60 кг, непьющей, некурящей, соблюдающей гипохолестериновую диету, регулярно принимающей лекарственные препараты, снижающие артериальное давление, не занимающейся спортом и лечебной физкультурой.

Сопоставляя результаты моделирования, представленные на рис. 4, а и б, обратим внимание на то, что: гипохолестериновая диета для пациента  $P_1$  оказалась полезной, а для пациента  $P_2$  – вредной; регулярные занятия физической культурой для пациента  $P_1$  оказались вредными, а для пациента  $P_2$  – полезными; регулярное употребление алкоголя пациентом  $P_1$  увеличило степень прогрессирования ИБС, а пациентом  $P_2$  наоборот уменьшило.

Эти результаты свидетельствуют о том, что применяемая в современной медицине практика – давать одни и те же рекомендации всем без исключения кардиологическим больным, нуждается в корректировке. Дальнейшие компьютерные эксперименты показали, что эти традиционные рекомендации действительно снижают склонность к ИБС для большинства больных. Однако встречается около 7% случаев (см. рис. 4,б), когда некоторые традиционно даваемые врачами-кардиологами рекомендации вместо пользы могут причинить вред.

Интересно отметить, что выявленные с помощью нейронной сети новые медицинские знания, хотя и вступили в некоторое противоречие с традиционными, получили признание среди медицинской общественности, поскольку сразу же нашлись их логические объяснения и экспериментальные подтверждения. Результаты исследований опубликованы в авторитетных научных журналах медицинского профиля [12, 13], а нейросетевая система диагностики и прогнозирования развития сердечно-сосудистых заболеваний выложена в свободном доступе на сайте Пермского отделения Научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта [www.PermAi.ru](http://www.PermAi.ru) (в разделе «Проекты»). В настоящее время она успешно прошла опытную эксплуатацию в нескольких медицинских учреждениях Пермского края.

### Примеры выявления необъясненных закономерностей

Этот раздел статьи мы начнем с того, что напомним знаменитые предсказания американского экономиста и социолога, нобелевского лауреата Герберта Саймона, сделанные в 1957 г. Приведем некоторые из них:

- в ближайшее десятилетие ЭВМ завоюет титул чемпиона мира по шахматам;
- в пределах десяти лет ЭВМ откроет и сумеет доказать новую важную математическую теорему;
- в десятилетний срок большинство теорий в области психологии примет вид программ для вычислительной машины.

С тех пор прошло более полувека, и можно констатировать, что два первых предсказания, хотя и с большим опозданием, но сбылись: Компьютерная программа «Deep Blue» однажды выиграла матч у чемпиона мира по шахматам, а программа «Логик-теоретик» сформулировала две новые теоремы алгебры логики. Однако о третьем предсказании Саймона ничего подобного пока сказать нельзя.

Почему?

Попробуем ответить на этот вопрос, опираясь на небольшой собственный опыт.

Психологи всего мира, решая задачи психодиагностики выдвигают различные гипотезы, называют в качестве наиболее важных те или иные факторы, влияющие на способности и предрасположенности человека, публикуют большое количество статей, аргументируя и отстаивая свои, часто не совпадающие между собой точки зрения. С другой стороны, современный уровень технологии нейронных сетей позволяет строить нейросетевые модели с учетом всех без исключения факторов, называемых психологами, и, исследуя эти модели, выявлять наиболее важные из них, разрешая споры и сомнения психологов. Однако, таких публикаций практически нет.

Отсутствие публикаций, посвященных применению методов искусственного интеллекта в психологии, можно объяснить тем, что отдельные предпринимаемые попытки создания нейросетевых психологических моделей оказались неудачными, т.е. нейронные сети при тестировании показывали неприемлемо большие погрешности. В работе [14] приведен и проанализирован один такой случай, который может пролить свет на затронутую проблему. В этой работе описан опыт создания нейронной сети, предназначенной для выявления способности людей к руководящей деятельности – так называемого «психологического потенциала руководителя» (ППР). В качестве входных параметров были учтены факторы, традиционно используемые психологами, такие как пол, возраст, количество детей, сфера деятельности, а также некоторые нетрадиционные параметры, имеющие астрологическую природу: знак Зодиака, градус Солнца в Зодиаке, стихия. Нейросеть была обучена на множестве примеров людей, занимающих руководящие должности, а также на примерах рядовых исполнителей ОАО «Лукойл», «Трест №14 (г. Пермь)», «Сбербанк России» и др. Результат тестирования нейросетевой модели представлен на рис. 5,а в виде гистограммы, позволяющей сопоставить желаемые (заданные анкетами) и действительные (вычисленные нейронной сетью) значения ППР на тестовом множестве примеров, т.е. на тех примерах, которые в обучении не использовались. Среднеквадратическая ошибка тестирования составила 6,6%.

Затем, из числа входных параметров были удалены факторы астрологической природы. Однако в этом случае попытки создания приемлемой нейросетевой модели не дали положительного результата. Типичный результат тестирования нейронной сети представлен на рис. 5,б, откуда видно, что результат получился гораздо хуже: среднеквадратичная погрешность тестирования составила 69,0%, что в 11,5 раз больше погрешности, зафиксированной при тестировании нейронной сети, построенной с учетом астрологических факторов. Причем, многократные проверки методом Cross-Validation в обоих рассмотренных случаях не привели к сколько-нибудь заметному изменению погрешности.

Поскольку результаты, представленные на рис. 5, с точки зрения официальной науки представляются сомнительными, в статье [14] приведены наборы обучающих и тестирующих множеств, чтобы имелась возможность повторить вычисления другими специалистами и получить результаты, приблизительно совпадающие с изображенными на рис. 5.

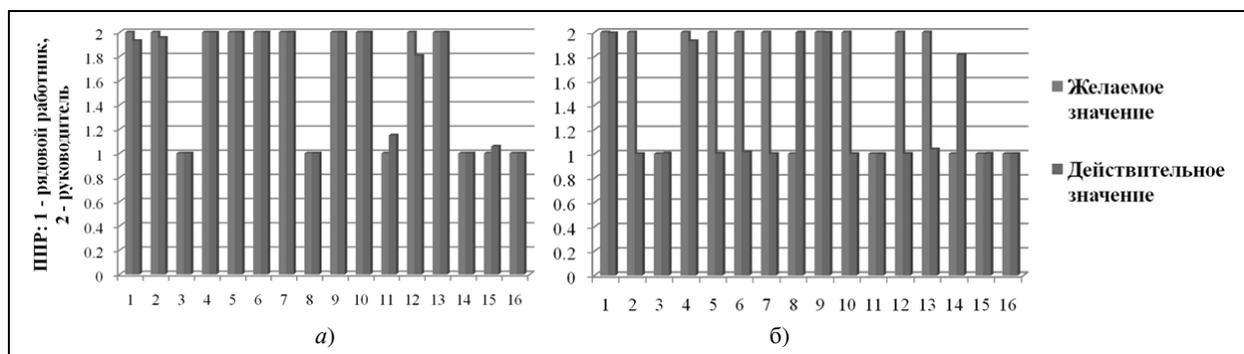


Рис. 5. Типичный результат тестирования нейросетевой психологической модели, построенной с учетом (а) и без учета (б) нетрадиционных факторов

Пытаясь объяснить полученный методом математического моделирования результат, приведем мнение К. Мхитаряна, который в своей рецензии [15] заметил, что используемые в модели астрологические параметры имеют корреляционную зависимость с временем года, в которое родился человек. По современным представлениям психологический портрет индивидуума определяется его фенотипом, который зависит как от генотипа, так и от обстоятельств его жизни, в частности – рождения. Рождение в различные времена года обуславливает совершенно разные климатические условия формирования фенотипа. Кроме того, разными являются весовые вклады фотонов различных энергий в спектральные характеристики солнца, т.е. различными являются гелиобиологические начальные условия.

Объяснения К. Мхитаряна можно было бы признать исчерпывающими, но, к сожалению, результаты последующих попыток применения метода нейросетевого моделирования для решения задач, связанных с исследованиями человека, не укладываются в рамки этого объяснения. На сайте Пермского отделения Научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта [www.PermAi.ru](http://www.PermAi.ru) в разделе «Проекты» в свободном доступе выложены программы, позволяющие: выявлять способность людей к руководящей деятельности; выявлять способность людей к научной деятельности; строить прогнозы успешности будущей карьеры студентов вуза; определять предрасположенность человека к анорексии; определять предрасположенность человека к суициду; определять предрасположенность человека к наркозависимости; определять склонность человека к насилию; ставить диагнозы заболеваний сердечно-сосудистой системы; прогнозировать продолжительность жизни человека.

В основе всех этих программ лежат нейронные сети, причем создание многих из них стало возможным (см. рис. 5) только благодаря тому, что в качестве входных параметров были включены, помимо традиционных, еще и параметры, влияние которых не удастся объяснить в рамках официальной науки. Это параметры, учитывающие положение Солнца, Урана, Нептуна, Плутона и других планет в момент рождения человека.

Как уже отмечалось выше, мы пока не можем дать объяснение выявленным закономерностям, однако аппарат нейросетевого моделирования позволяет этими закономерностями успешно пользоваться. Так, выложенные на сайте [www.PermAi.ru](http://www.PermAi.ru) программы могут быть использованы, например, молодыми людьми при выборе наиболее подходящей сферы деятельности. Они могут быть использованы студентами вузов для оптимизации траектории обучения. Кроме того, с их помощью можно разрабатывать рекомендации по снижению предрасположенности людей к наркозависимости, анорексии, суициду, а также рекомендации по улучшению состояния сердечно-сосудистой системы.

### **Проблемы нейросетевого моделирования**

К главной проблеме нейросетевого математического моделирования следует отнести неразвитость теоретической базы. Если, например, традиционному методу математического моделирования, основанному на решении краевых задач математической физики, посвящены тысячи статей и монографий с десятками основополагающих теорем, которыми можно руководствоваться как при разработке математических моделей, так и при оценке их точности, то успех применения метода нейросетевого моделирования во многом зависит от опыта и интуиции исследователя. Возможно поэтому некоторые авторы называют нейросетевое моделирование не только наукой, но и искусством.

На сегодняшний день в мире существует несколько десятков научных школ, занимающихся развитием и применением метода нейросетевого моделирования. Эти школы, как правило, применяют и рекламируют свои собственные нейропакеты, пользуются своим собственным набором приемов и только им известным Ноу-Хау, различаются между собой традициями, излюбленными парадигмами применяемых нейронных сетей, кругом решаемых задач.

Рекомендуемый примерный алгоритм применения метода нейросетевого моделирования на основе сетей прямого распространения приведен в учебно-методическом комплексе, состоящем из книг [5, 6] и сайта [www.LbAi.ru](http://www.LbAi.ru). На сайте выложены лабораторные работы и нейропакет, а в книгах даны примеры и рекомендации по проектированию нейронных сетей, включая выбор числа нейронов входного, выходного и скрытых слоев, выбор активационных функций, рекомендации

по формированию обучающего, тестирующего и подтверждающего множеств, рекомендации по тестированию и исследованию нейросетевых математических моделей. Тем не менее следует признать, что все наши рекомендации, как правило, не отличаются математической строгостью и носят необязательный характер.

К проблемам нейросетевого моделирования следует отнести также опасность выявления с помощью нейронных сетей так называемых «ложных корреляционных зависимостей», методы распознавания которых, по-видимому, должны стать темой отдельного исследования.

- Способность извлекать знания из данных, без сомнения, является одним из наиболее полезных и впечатляющих свойств нейронных сетей, унаследованных ими от мозга, как от своего прототипа. Встречаются случаи, когда они извлекают новые, неизвестные ранее закономерности, которые не сразу находят объяснение, а иногда и не укладываются в рамки официальной науки.

Несмотря на это, аппарат нейросетевого моделирования позволяет такие закономерности использовать на практике. Это дает основание надеяться, что возможности нейронных сетей привлекут внимание исследователей и помогут по-новому взглянуть на те направления, которые в настоящее время официальной наукой не признаются.

Как член редакционной коллегии журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение», автор призывает читателей фиксировать и публиковать в журнале описание и анализ подобных случаев, выносить их на обсуждение, делиться успешным и не очень успешным опытом применения нейронных сетей в области интеллектуального анализа данных.

## Литература

1. *Галушкин А.И.* Нейронные сети: основы теории. М: Горячая линия–Телеком. 2012. 496 с.
2. *Чечкин А.В.* Сетевое моделирование проблемной области сложных систем – современный этап нейрокомпьютерных технологий // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2011. № 2. С. 3–5.
3. *Haykin S.* Neural networks: A comprehensive foundation (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall International, Inc. 1999. 1103 p.
4. *Борисов В.В., Круглов В.В.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия–Телеком. 2002. 382 с.
5. *Ясницкий Л.Н.* Искусственный интеллект. Элективный курс: Учеб. пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2011. 240 с.
6. *Ясницкий Л.Н., Черепанов Ф.М.* Искусственный интеллект. Элективный курс: Методическое пособие по преподаванию. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2012. 216 с.
7. *Конев С.В., Сичинава З.И., Ясницкий Л.Н.* Применение нейросетевых технологий для диагностики неисправностей авиационных двигателей // *Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика.* 2005. № 2. С. 43–47.
8. *Ясницкий Л.Н.* Введение в искусственный интеллект. М.: Издательский центр «Академия». 2005. 176 с.
9. *Ясницкий Л.Н.* Интеллектуальные информационные технологии и системы. Пермь: Пермский университет. 2007. 271с.
10. *Ясницкий Л.Н.* О возможностях применения методов искусственного интеллекта в политологии // *Вестник Пермского университета. Серия: Политология.* 2008. № 2. С. 147–155.
11. *Ясницкий Л.Н., Черепанов Ф.М.* О возможностях применения нейросетевых технологий в политологии // *Нейрокомпьютеры: разработка и применение.* 2010. № 8. Вып. 4. С. 47–53.
12. *Ясницкий Л.Н., Думлер А.А., Полецук А.Н., Богданов К.В., Черепанов Ф.М.* Нейросетевая система экспресс-диагностики сердечно-сосудистых заболеваний // *Пермский медицинский журнал.* 2011. № 4. С. 77–86.
13. *Yasnitsky L.N., Bogdanov K.V., Cherepanov F.M., Makurina T.V., Dumler A.A., Chugaynov S.V., Poleschuk A.N.* Diagnosis and Prognosis of Cardiovascular Diseases on the Basis of Neural Networks // *Biomedical Engineering.* 2013. V. 47. № 3. P. 160–163.
14. *Ясницкий Л.Н., Михалева Ю.А., Черепанов Ф.М.* Возможности методов искусственного интеллекта для выявления и использования новых знаний на примере задачи управления персоналом // *International Journal of Unconventional Science. Журнал формирующихся направлений науки.* 2014. Вып. 6; URL: <http://www.unconv-science.org/n6/yasnitsky/>
15. *Мхитарян К.* Рецензия на статью Л.Н. Ясницкого, Ю.А. Михалевой, Ф.М. Черепанова «Возможности методов искусственного интеллекта для выявления и использования новых знаний на примере задачи управления персоналом» // *International Journal of Unconventional Science. Журнал формирующихся направлений науки.* 2014. Вып. 6; URL: <http://www.unconv-science.org/pdf/6/mkhitaryan-ru.pdf>.

Поступила 19 марта 2015 г.

# Neural networks – a tool for mining of new knowledge: progress, problems and prospects

© Authors, 2015

© Radiotekhnika, 2015

**L.N. Yasnitsky** – Professor, Department of Applied Mathematics and Computer Science,  
Perm State National Research University,  
Chairman of the Perm branch of the Scientific Council on the methodology  
artificial intelligence of the Russian Academy of Sciences  
E-mail: [yasn@psu.ru](mailto:yasn@psu.ru)

The paper presents and analyzes examples when using neural networks have been mined new, previously unknown patterns. Among these examples, there are cases where these new patterns not immediately be explained. Sometimes these new patterns do not fit into the framework of official science. But despite this, the unit of neural network modeling allows the first such patterns apply successfully in practice. This gives reason to hope that the possibility of neural networks will attract the attention of researchers and will help us to take a fresh look at those areas that are not recognized by official science.

## REFERENCES

1. Galushkin A.I. Nejrorny'e seti: osnovy' teorii. M: Goryachaya liniya–Telekom. 2012. 496 s.
2. Chechkin A.V. Setevoe modelirovanie problemnoj oblasti slozhny'x sistem – sovremenny'j e'tap nejrokom'pyuterny'x tekhnologii // Nejrokom'pyutery': razrabotka, primenenie. 2011. № 2. S. 3–5.
3. Haykin S. Neural networks: A comprehensive foundation (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall International, Inc. 1999. 1103 p.
4. Borisov V.V., Kruglov V.V. Iskusstvenny'e nejronny'e seti. Teoriya i praktika. M.: Goryachaya liniya–Telekom. 2002. 382 s.
5. Jasniczkij L.N. Iskusstvenny'j intellekt. E'lektivny'j kurs: Ucheb. posobie. M.: BINOM. Laboratoriya znaniy. 2011. 240 c.
6. Jasniczkij L.N., Cherepanov F.M. Iskusstvenny'j intellekt. E'lektivny'j kurs: Metodicheskoe posobie po prepodavaniju. M.: BINOM. Laboratoriya znaniy. 2012. 216 s.
7. Konev S.V., Sichinava Z.I. Jasniczkij L.N. Primenenie nejrosetevy'x tekhnologij dlya diagnostiki neispravnostej aviacionny'x dvigatelej // Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Matematika. Mexanika. Informatika. 2005. № 2. S. 43–47.
8. Jasniczkij L.N. Vvedenie v iskusstvenny'j intellekt. M.: Izdatel'skij cenzr «Akademiya». 2005. 176 s.
9. Jasniczkij L.N. Intel'ektual'ny'e informacionny'e tekhnologii i sistemy'. Perm': Permskij universitet. 2007. 271s.
10. Jasniczkij L.N. O vozmozhnostyax primeneniya metodov iskusstvennogo intellekta v politologii // Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Politologiya. 2008. № 2. S. 147–155.
11. Jasniczkij L.N., Cherepanov F.M. O vozmozhnostyax primeneniya nejrosetevy'x tekhnologij v politologii // Nejrokom'pyutery': razrabotka i primenenie. 2010. № 8. Vy'p. 4. S. 47–53.
12. Jasniczkij L.N., Dumler A.A., Poleshuk A.N., Bogdanov K.V., Cherepanov F.M. Nejrosetevaya sistema e'kspress-diagnostiki serdechno-sosudisty'x zabolevanij // Permskij mediczinskij zhurnal. 2011. № 4. S. 77(86).
13. Yasnitsky L.N., Bogdanov K.V., Cherepanov F.M., Makurina T.V., Dumler A.A., Chugaynov S.V., Poleschuk A.N. Diagnosis and Prognosis of Cardiovascular Diseases on the Basis of Neural Networks // Biomedical Engineering. 2013. V. 47. № 3. P. 160–163.
14. Jasniczkij L.N., Mixaleva Ju.A., Cherepanov F.M. Vozmozhnosti metodov iskusstvennogo intellekta dlya vy'yavleniya i ispol'zovaniya novy'x znaniy na primere zadachi upravleniya personalom // International Journal of Unconventional Science. Zhurnal formiruyushhixsya napravlenij nauki. 2014. Vy'p. 6; URL: <http://www.unconv-science.org/n6/yasnitsky/>
15. Mxitaryan K. Recenziya na stat'yu L.N. Jasniczkogo, Ju.A. Mixalevoj, F.M. Cherepanova «Vozmozhnosti metodov iskusstvennogo intellekta dlya vy'yavleniya i ispol'zovaniya novy'x znaniy na primere zadachi upravleniya personalom» // International Journal of Unconventional Science. Zhurnal formiruyushhixsya napravlenij nauki. 2014. Vy'p. 6; URL: <http://www.unconv-science.org/pdf/6/mkhitaryan-ru.pdf>.