

УДК 519.95

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТОВ

© Н.А. Зенкова, А.А. Арзамасцев, Ф.Ю. Кожевников

Zenkova N.A., Arzamastsev A.A., Kozhevnikov F.Y. Application of a set of artificial neuron nets for designing computer models of psychological tests. The article represents the results of experiments and the analysis of the results of modeling the psychological tests based on a set of artificial neuron nets. The authors identified the structure of the investigated psychological tests.

Системы психологического тестирования в настоящее время находят широкое применение при определении профессиональных предпочтений и способностей, в медицинских исследованиях, образовании и других сферах.

Несмотря на их широкую применимость, существующие технологии психологического тестирования, опирающиеся на статистические стационарные связи (корреляционные зависимости), имеют ограниченное время жизни в условиях динамично меняющегося общества.

Выходом из создавшейся ситуации может являться разработка адаптивной системы, способной самостоятельно настраиваться на данный контингент респондентов в процессе их тестирования. Мы считаем, что удобной компьютерной технологией для решения этой задачи является аппарат искусственных нейронных сетей, успешно применяющийся в настоящее время в системах распознавания образов и искусственного интеллекта [1].

Аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС) – это математический аппарат, являющийся в определенном смысле компьютерной моделью нейронных сетей биологических объектов и человека, обладающий способностями к обучению на основе эмпирических данных, работы в случае недостатка информации или при ее значительной зашумленности.

Мы предлагаем использовать аппарат искусственных нейронных сетей для разработки адаптивных систем психологического тестирования, определения внутренней структуры известных психологических тестов и, возможно, некоторых свойств личности [2].

Ранее нами была построена ИНС-модель теста Л.А. Йовайши по выявлению склонностей индивида к различным сферам деятельности и осуществлена идентификация его внутренней структуры [2, 3].

В настоящей работе приводятся результаты моделирования следующих методик: опросника для оценки потребности достижения успехов и методики «Цель – Средство – Результат» (ЦСР).

В качестве искусственной нейронной сети была выбрана программа типа freeware – Neural Network Constructor (NNC), version 3.01, 2001, разработка ВЦ РАН (адрес <http://vkrepets.chat.ru/NNC.exe>). Данная программа позволяет использовать до 60 входных нейро-

нов, варьировать функцией нейрона, количеством слоев и связей сети. Она содержит в себе готовые алгоритмы обучения по следующим методам: покоординатный спуск, случайный поиск, метод Ньютона, статистический градиентный метод, комбинации этих методов.

1. Опросник, предназначенный для дифференцированной оценки двух связанных, но противоположно направленных мотивационных тенденций: стремление к успеху и боязни неудачи (получен как freeware с сайта <http://azps.ru>). Определенные сочетания этих мотивационных тенденций у человека по их силе создают определенный тип личности и предопределяют разное поведение. Предварительно тест был исследован на стационарность и на валидность получаемых оценок.

Вся последовательность работ по формированию ИНС-моделей проводилась в соответствии с технологией, разработанной в [2, 3].

В качестве выборки для обучения нейронной сети была сгенерирована случайным образом последовательность ответов на тест (150 строк). Значения тестируемых свойств («мотивация на успех» и «боязнь неудач») были получены непосредственно из теста.

В качестве начального варианта структуры нейронной сети была выбрана конструкция, называемая перцептроном: тридцать два входных (input) нейрона (по числу заданий теста), соединенных с нейроном с линейной функцией, и один выходной (output) нейрон (рис. 1). Такая простая конфигурация ИНС была выбрана в качестве начального варианта, однако его дальнейшее тестирование показало, что для данной задачи такая структура является вполне приемлемой. Коэффициенты передачи нейронов, полученные при моделировании теста, показаны на рис. 2. Анализ ИНС-модели теста на основе абсолютных величин коэффициентов передачи каналов позволяет сделать вывод о том, что каждый из имеющихся вопросов является значимым для оценки двух связанных, но противоположно направленных мотивационных тенденций: стремление к успеху и боязни неудачи. Уровни абсолютных величин коэффициентов передачи каналов кластеризуются около значений порядка 0,2, что говорит о равной значимости каждого вопроса в отношении всего теста.

После обучения нейронная сеть позволяла моделировать тест с погрешностью, не превышающей 0,2 %.

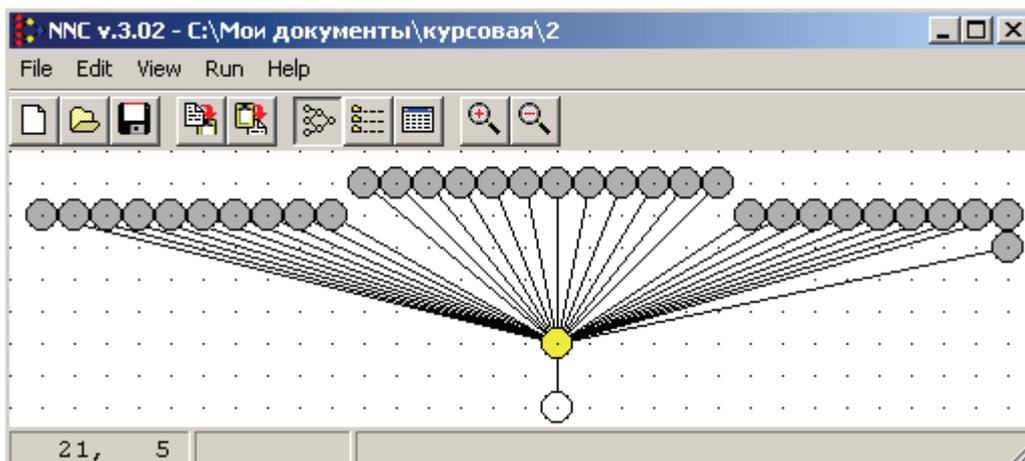


Рис. 1. Структура ИНС-модели опросника для оценки потребности достижения успехов: однослойный перцептрон

№	X	Y	TYPE	DESCRIPTION	LinkTo33	LinkTo34
1	1	2	Input			0,2003
2	2	2	Input			0,21133
3	3	2	Input			0,19398
4	4	2	Input			0,19447
5	5	2	Input			0,1858
6	6	2	Input			0,20386
7	7	2	Input			0,20316
8	8	2	Input			0,17606
9	9	2	Input			0,1975
10	10	2	Input			0,21888
11	11	1	Input			0,19001
12	12	1	Input			0,1993
13	13	1	Input			0,2086
14	14	1	Input			0,17113
15	15	1	Input			0,206
16	16	1	Input			0,2064
17	17	1	Input			0,20726
18	18	1	Input			0,19561
19	19	1	Input			0,2007
20	20	1	Input			0,19864
21	21	1	Input			0,19566
22	22	1	Input			0,2182
23	23	2	Input			0,20354
24	24	2	Input			0,19412
25	25	2	Input			0,21508
26	26	2	Input			0,19989
27	27	2	Input			0,18309
28	28	2	Input			0,20269
29	29	2	Input			0,21349
30	30	2	Input			0,19816
31	31	2	Input			0,19875
32	31	3	Input			0,18746
33	17	8	OUT			
34	17	6	I-x		1	

Рис. 2. Коэффициенты передачи каналов ИНС, показанной на рис. 1

2. Данный опросник, предложенный А.А. Кармановым (получен как freeware с сайта <http://azps.ru>), рассчитан на исследование особенностей структуры деятельности. В основу его положен общенаучный базис Цель – Средство – Результат (ЦСР), отражающий основные черты любой деятельности. Согласно этой парадигме, любую деятельность можно рассматривать как состоящую из трех компонент (обычно чередующихся последовательно): в начале любой деятельности человек, синтезируя большое количество информации, вырабатывает цель деятельности, т. е. начинает представлять более или менее ясную картину желаемого будущего – состояние, в которое он хочет привести ситуацию и себя; далее в ход вступает средство, т. е. тот ресурс, который человек готов истратить на достижение цели; итогом любой деятельности является актуализация результата – того итога, которого достиг человек. Как разные люди, так и один человек в разные периоды своей жизни обладают неодинаковыми параметрами своей деятельности.

Данная методика предназначена для определения личностных свойств индивида, связанных с деятельностью, за период 1–2 месяца перед проведением теста, т. е. по результатам опросника ЦСР нельзя судить о том, обладал или нет обследованный тем или иным качеством в более ранний период (например, за полгода до проведения теста). Предварительно тест был исследован на стационарность и на валидность получаемых оценок.

В качестве выборки для обучения нейронной сети была сгенерирована случайным образом последовательность ответов на тест (всего 150 строк). Значения тестируемых компонентов деятельности («цель», «средство», «результат», а также «ложь») были получены непосредственно из теста.

Для моделирования всех тестируемых компонентов являлась приемлемой структура нейронной сети, называемая перцептроном: тридцать два входных (input) нейрона (по числу заданий теста), соединенных с нейроном с линейной функцией, и один выходной (output) нейрон (рис. 3). Коррекцию структуры ИНС осуществляли, добавляя к первичной ИНС-модели дополнительные нейроны и изменяя активационные функции нейронов. Однако, ввиду малой погрешности, полученной для линейной структуры, существенно улучшить результаты было просто невозможно.

На рис. 4–7 приведены коэффициенты передачи нейронов, полученные при моделировании различных компонентов (цель, средство, результат и ложь). Схемы, показанные на рис. 4–7, названы нами ИНС-

моделью опросника ЦСР (Цель – Средство – Результат).

Уровни абсолютных величин коэффициентов передачи каналов отличаются более чем на шесть порядков. При этом они кластеризуются около значений порядка 10^{-6} и 0,3–0,4, для шкалы лжи около 0,5. Каналы нейронной сети, имеющие коэффициенты передачи порядка 10^{-6} , не оказывают существенного влияния на выходную величину, в связи с чем они могут быть истолкованы как незначимые для оценки данного компонента.

Каждый из имеющихся вопросов является значимым для оценки какого-либо компонента, т. е. в отношении всего теста. Только по девять вопросов из тридцати двух являются значимыми для определения каждого компонента («цель», «средство», «результат») и пять вопросов – для определения компонента «ложь». Это хорошо видно по абсолютным величинам коэффициентов передачи каналов (рис. 4–7) и хорошо согласуется с ключом теста. Положительные и отрицательные весовые коэффициенты также соответствуют ключу для обработки результатов при определении каждого компонента.

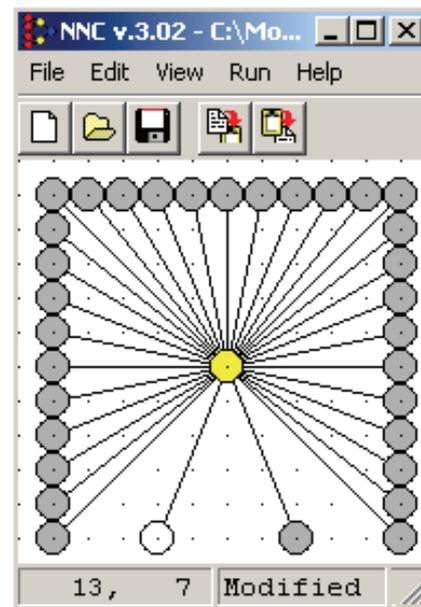


Рис. 3. Структура ИНС-модели опросника (Цель – Средство – Результат): однослойный перцептрон

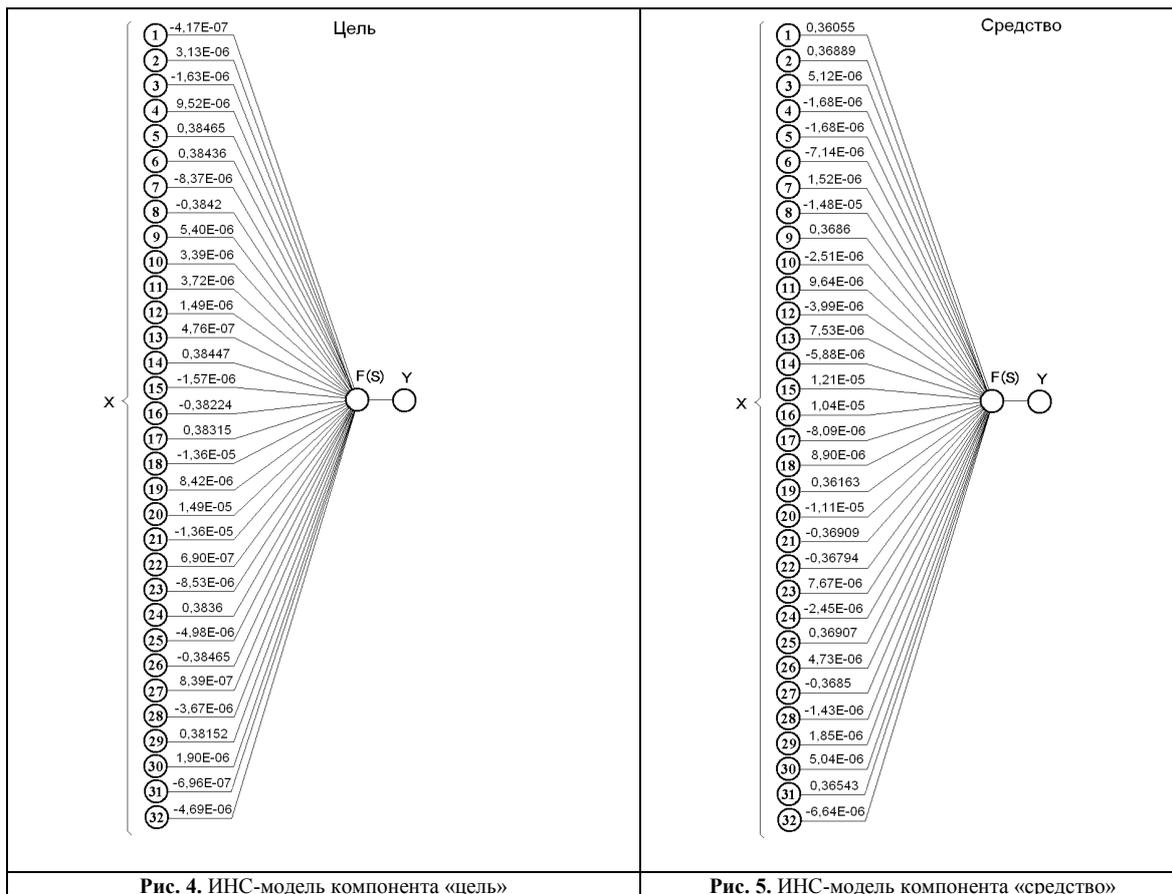


Рис. 4. ИНС-модель компонента «цель»

Рис. 5. ИНС-модель компонента «средство»

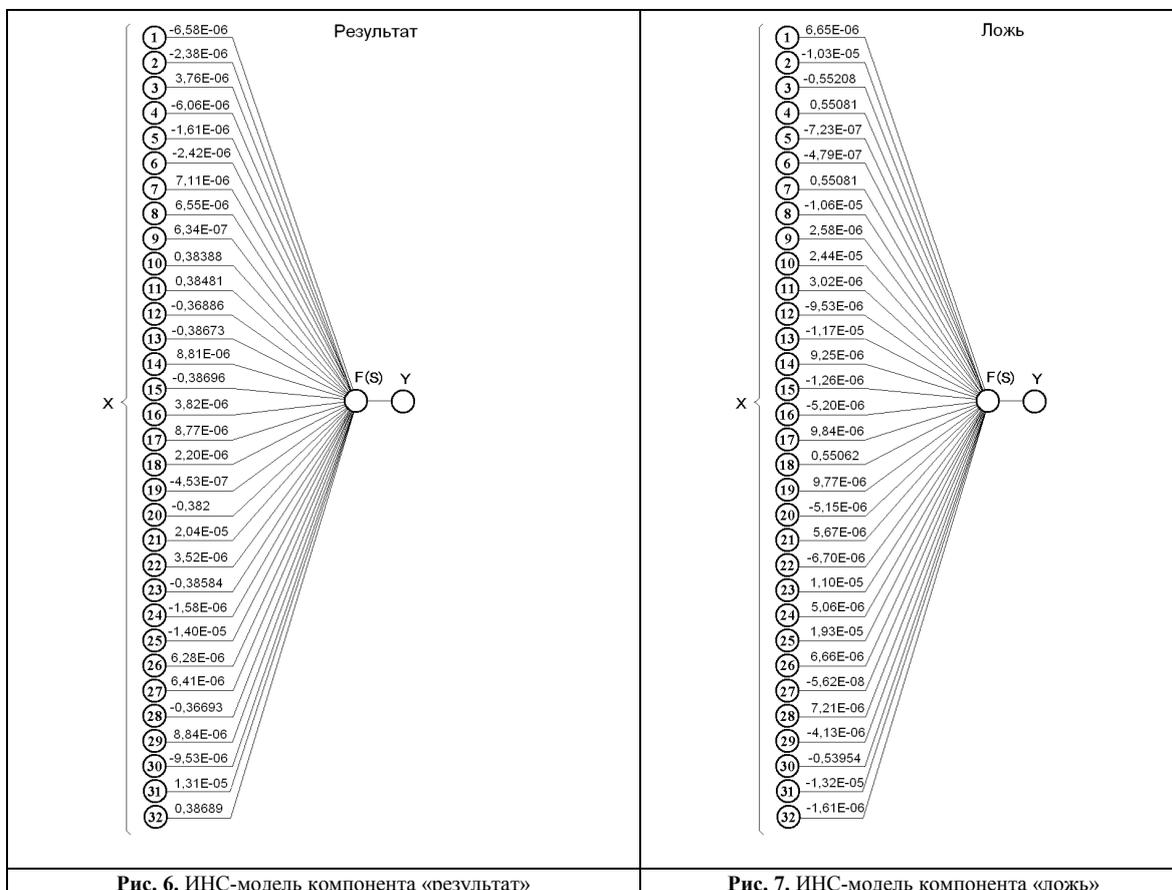


Рис. 6. ИНС-модель компонента «результат»

Рис. 7. ИНС-модель компонента «ложь»

Таблица 1

Ключ для обработки результатов опросника ЦСР

1. С+	2. С+	3. Л-	4. Л+	5. Ц+	6. Ц+	7. Л+	8. Ц-
9. С+	10. Р+	11. Р+	12. Р-	13. Р-	14. Ц+	15. Р-	16. Ц-
17. Ц+	18. Л+	19. С+	20. Р-	21. С-	22. С-	23. Р-	24. Ц+
25. С+	26. Ц-	27. С-	28. Р-	29. Ц+	30. Л-	31. С+	32. Р+

Далее путем вычитания получают окончательные баллы:

Ц = Цсовп – Цнесовп (шкала «Цель»);

С = Ссовп – Снесовп (шкала «Средство»);

Р = Рсовп – Рнесовп (шкала «Результат»);

Л = Лсовп – Лнесовп (шкала «Ложь»).

После обучения нейронная сеть позволила моделировать тест с погрешностью, не превышающей 0,2 %.

В отличие от самих тестов, имеющих жесткую структуру связей, их ИНС-модели допускают дополнительное обучение на основе вновь поступивших данных, в том числе и в ходе тестирования респондентов, что позволяет адаптировать их к реальной ситуации (временной нестационарности или свойствам личности).

Таким образом, нами была еще раз показана принципиальная возможность использования аппарата ИНС

для построения адекватных моделей систем психологического тестирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзамасцев А.А., Зенкова Н.А. Компьютерные системы психологического тестирования нового поколения – на основе технологии искусственных нейронных сетей // Вестн. ТГУ. Сер. Естеств. и техн. науки. VII Державинские чтения. Матер. науч. конф. преподавателей и аспирантов. Тамбов, 2003. Т. 8. Вып. 1. С. 190-192.
2. Арзамасцев А.А., Зенкова Н.А. Моделирование в психологии на основе искусственных нейронных сетей. Тамбов: Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 2003. 106 с.
3. Арзамасцев А.А., Зенкова Н.А. Моделирование психологического теста с помощью аппарата искусственных нейронных сетей // Вестн. ТГУ. Сер. Естеств. и техн. науки. Тамбов, 2005. Т. 10. Вып. 2. С. 176-183.

Поступила в редакцию 23 апреля 2006 г.