

# Принципы программной реализации психологического тренажера\*

**Куравский Л. С.,**

*доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики, декан факультета информационных технологий Московского городского психолого-педагогического университета*

**Марголис А. А.,**

*кандидат психологических наук, профессор, первый проректор и проректор по учебной работе Московского городского психолого-педагогического университета*

**Юрьев Г. А.\*\***,

*студент кафедры прикладной информатики в психологии факультета информационных технологий Московского городского психолого-педагогического университета*

Одной из особенностей современных обучающих технологий является применение разнообразных тренажеров, которые позволяют существенно повысить скорость и эффективность обучения специалистов за счет частичной замены дорогостоящей и продолжительной практической работы с испытуемыми на тренировки с использованием компьютерной модели, отражающей основные особенности поведения исследуемого контингента, а также будущего вида его деятельности. Этот подход особенно перспективен при обучении студентов-психологов, которым при работе с психометрическими методиками часто недостает наблюдений, что обусловлено необходимостью значительных затрат различного рода ресурсов, требуемых для получения полезной информации. В статье рассматриваются принцип организации подобного тренажера и опыт его применения.

**Ключевые слова:** вероятностные нейронные сети, компьютерная модель, психометрические методики, радиальный базисный элемент.

---

\* Авторы выражают признательность проф. И. А. Бурлаковой за предоставленные данные и проведенные консультации.

\*\* Grinch89@mail.ru

## Введение

Одной из особенностей современных обучающих технологий является применение разнообразных тренажеров, которые позволяют существенно повысить скорость и эффективность обучения специалистов за счет частичной замены дорогостоящей и продолжительной практической работы с испытуемыми на тренировки с использованием компьютерной модели. Такой подход особенно перспективен при обучении студентов-психологов. В этом смысле разработка психологических тренажеров, позволяющих моделировать и исследовать на компьютере результаты, полученные с помощью психометрических методик для различных типов испытуемых, весьма актуальна (лежащая в основе этой работы концепция предложена А. А. Марголисом). Такие системы формируют полезные базовые навыки работы с итоговым протоколом, позволяя при последующей практике в реальных условиях сосредоточиться на освоении особенностей работы с участниками тестирования.

К преимуществам этих обучающих систем также относятся:

- интенсификация процесса обучения;
- легкая адаптация под любые методики при наличии достаточной выборки;
- возможность тиражирования полезного опыта путем использования для обучения тренажера результатов проверки вновь разработанных методик на тест-группах с их последующим занесением в базу данных;
- повышение доступности знаний, необходимых для специалиста (в том числе путем генерации новых результатов тестирования при недостаточном объеме проведенных наблюдений);
- развитие навыков самостоятельной работы у студентов;
- разгрузка преподавателей от рутинной работы.

Теоретически в основу концепции построения подобных систем и их программной реализации могут быть положены различные принципы организации и математический аппарат: определенные типы ней-

ронных сетей [1–4], экспертные системы [6–8], обучаемые сети Маркова [2; 9; 10] и другие структуры. Однако сравнительный анализ показал, что перечисленные средства, за исключением нейронных сетей, не обеспечивают должную универсальность и простоту адаптации к новым тестам, для каждого из которых фактически приходится разрабатывать отдельный специализированный тренажер. Учитывая простоту обучения и интерпретации полученных результатов, наиболее подходящим типом нейронных сетей для организации психологического тренинга оказались вероятностные сети.

## Принципы построения и особенности применения психологического тренажера

Тренажер предполагает работу с тестами закрытого типа, в которых испытуемый выбирает один из заранее заданных вариантов ответов и позволяет решать две основные задачи:

1) диагностировать типы испытуемых по распределениям их ответов на тест (прямая задача),

2) генерировать различные варианты ответов на тесты для испытуемых заданных типов (обратная задача).

Схема построения и особенности применения психологического тренажера представлены на рис. 1.

Вероятностная нейронная сеть, использованная в тренажере, имеет три слоя: входной, радиальный и выходной (рис. 2). Радиальный слой состоит из радиальных базисных элементов, каждый из которых соответствует одному из наблюдений обучающей выборки. Функции активации этих элементов представляют собой гауссовы функции с центрами в соответствующих наблюдениях

$$f(r) = \exp(-r^2/s^2),$$

где  $r = (\sum_{i=1, \dots, n} (x_i - w_{ij})^2)^{1/2}$  – расстояние в евклидовой метрике между вектором входного сигнала  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , представляющим распределение ответов на вопросы теста, и вектором  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ , представляющим связанное с данным элементом распределение ответов из обучающей выборки;  $s$  – настраиваемый параметр.

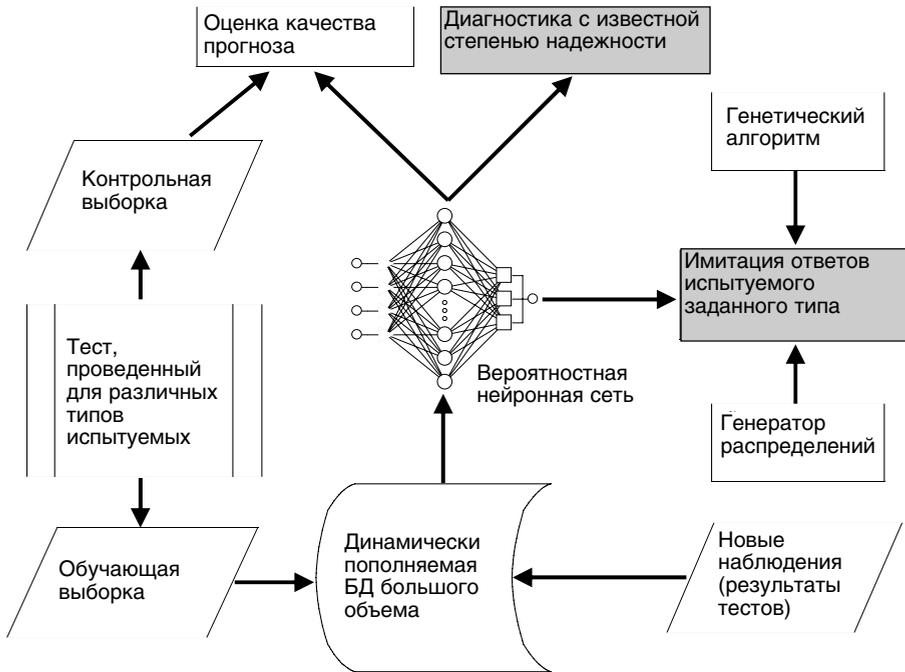


Рис. 1. Схема построения и особенности применения психологического тренажера

Для обучения тренажера необходима выборка ответов на тест закрытого типа группы испытуемых. Распределение ответов для каждого испытуемого известного типа кодируется по правилу «Один-из- $N$ » и запоминается в соответствующем радиальном базисном элементе вероятностной нейронной сети. При кодировании по этому правилу каждому вопросу, предполагающему  $N$  возможных вариантов ответов, ставится в соответствие  $N$  позиций, каждая из которых может содержать значение 0 или 1. Выбор  $i$ -го ответа на вопрос кодируется заданием единицы в  $i$ -й позиции и нулевых значений – во всех остальных. При указанном способе представления в данные не вносятся искусственное отношение порядка.

Сигналы, снимаемые с выходных элементов, как правило, могут принимать любые значения в диапазоне от 0 до 1. Ошибка  $\varepsilon$  распознавания типа испытуемого по

его ответам на тест оценивается как евклидово расстояние между вектором выходных сигналов, представляющим вычисленные оценки вероятностей принадлежности к различным типам, и вектором, кодирующим наблюдаемый тип испытуемого по правилу «Один-из- $N$ »:

$$\varepsilon = (\sum_{i=1, \dots, m} (y_i - t_i)^2)^{1/2},$$

где  $m$  – число распознаваемых классов, вектор  $y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$  представляет вычисленное распределение мер принадлежности испытуемого к различным типам, а вектор  $t = (t_1, t_2, \dots, t_m)$  – кодировку наблюдаемого типа испытуемого по указанному правилу. В качестве оценки качества классификации используется среднеквадратическое значение  $\varepsilon$  для контрольной тестовой выборки, элементы которой не использовались при обучении сети.

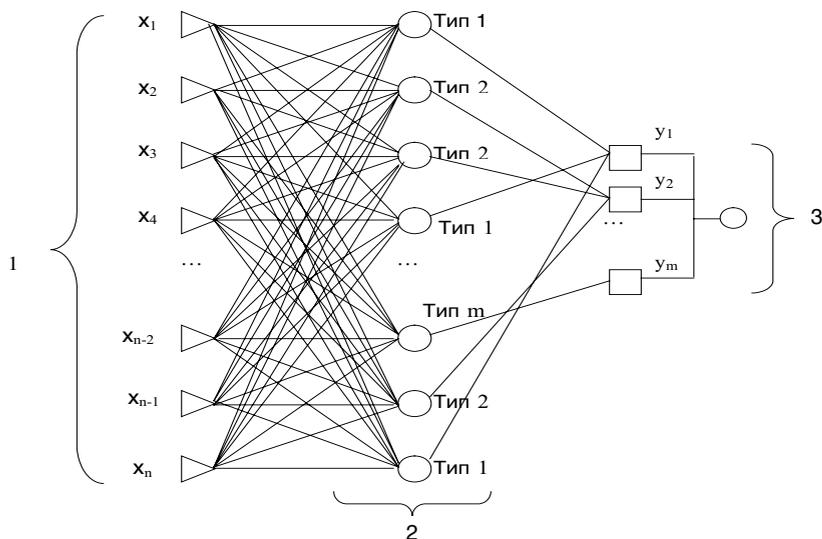


Рис. 2. Структура вероятностной нейронной сети:

1 – входной слой, на который подается закодированное по правилу «Один-из-N» распределение ответов испытуемого на вопросы теста; 2 – слой радиальных базисных элементов, каждый из которых соответствует наблюдаемому распределению ответов; 3 – выходной слой, каждый элемент которого соответствует типу испытуемых (кодирование по правилу «Один-из-N»)

Полученная структура позволяет решать обратную задачу: создавать выборку ответов, характерных для заданного типа испытуемых.

### Особенности программной реализации

Программная реализация рассмотренной концепции психологического тренажера, названного «Электронным ребенком», выполнена Г. А. Юрьевым в среде *Borland Delphi*. Для представления вероятностных нейронных сетей и хранения вспомогательных данных использовалась база данных *SQLite*, обеспечивающая оперативный доступ к информации.

Основными режимами работы с тренажером являются обучение, диагностика и имитация.

В режиме обучения, представленном на рис. 3, вводится информация, необходимая для формирования вероятностной сети, а также название будущей методики, размерность выборки, количество распо-

знаваемых классов и количество вопросов, составляющих методику.

В режиме диагностики (рис. 4) производится выбор используемой вероятностной сети, задается распределение ответов.

В режиме имитации (рис. 5) задаются используемая вероятностная сеть и диагностируемый класс, а также, если в этом есть необходимость, производится подбор оптимальных значений свободного параметра функции активации и параметра принятия решения.

### Результаты применения

Обучение тренажера проводилось на 400 бланках тестирования по методике АСВ, проведенного кафедрой дошкольной педагогики и психологии факультета психологии образования МГППУ под руководством проф. И. А. Бурлаковой в 2007 году. При проверке валидности рассматриваемого подхода с помощью тренажера было сгенерировано 400 новых бланков, на которых была обучена новая вероятностная

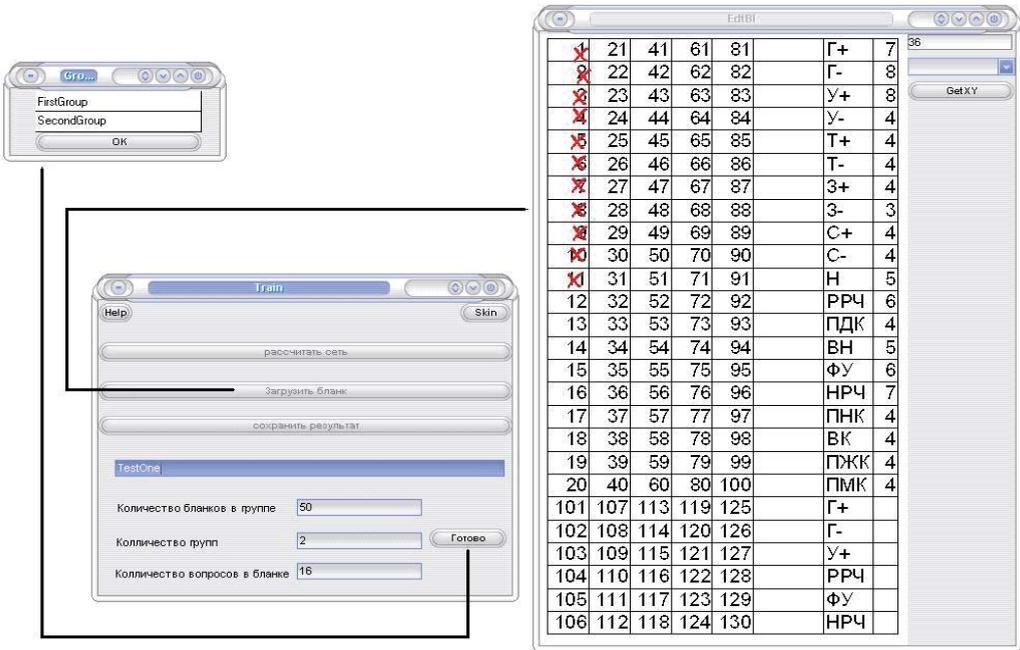


Рис. 3. Интерфейс психологического тренажера: режим обучения

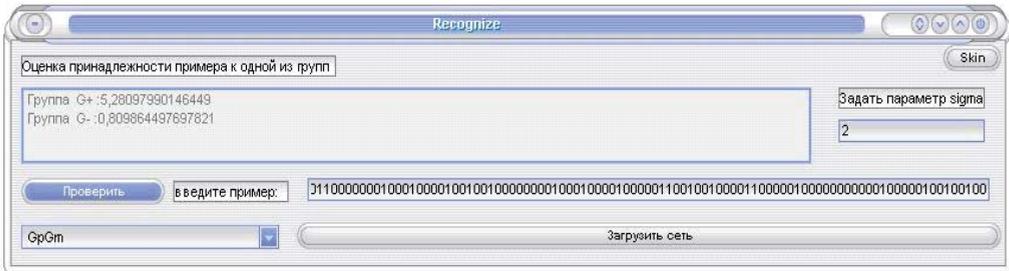


Рис. 4. Интерфейс психологического тренажера: режим диагностики

сеть, безошибочно проводившая диагностику на данных, не использованных при вторичном обучении, что подтвердило эффективность разработанной концепции.

### Основные выводы и результаты

1. Разработан и программно реализован обучаемый психологический тренажер, обеспечивающий диагностику различных типов испытуемых и имитацию их ответов на тесты.
2. Основные возможности психологического тренажера и преимущества реализо-

ванной в нем концепции достигаются за счет организации работы этой структуры по правилам вероятностной нейронной сети и универсального формата представления результатов тестирования.

3. Результаты практического применения психологического тренажера при работе с опросником для анализа семейных взаимоотношений подтвердили целесообразность и эффективность концепции его использования в образовательном процессе.

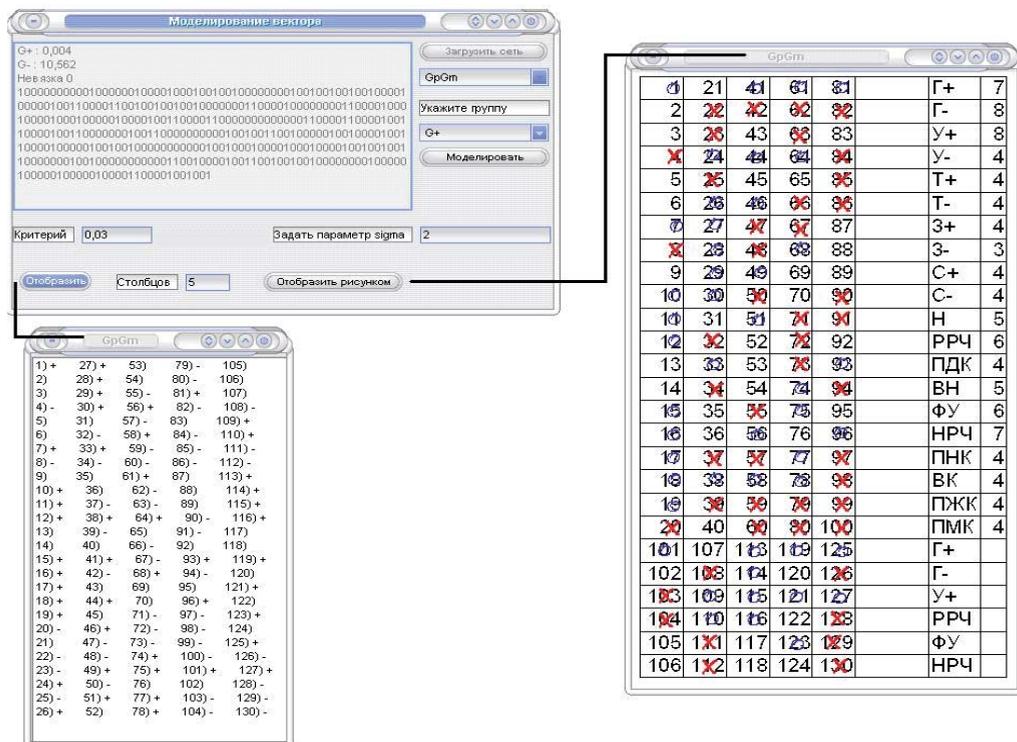


Рис. 5. Интерфейс психологического тренажера: режим имитации

### Литература

1. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия-Телеком, 2002.
2. Куравский Л. С., Баранов С. Н., Малых С. Б. Нейронные сети в задачах прогнозирования, диагностики и анализа данных. М.: РУСАВИА, 2003.
3. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks. М.: Горячая линия-Телеком, 2000.
4. Головкин В. А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. Учеб. пособие. М.: ИПРЖР, 2001.
5. Kuravsky L. S., Baranov S. N. Synthesis of Markov networks for forecasting fatigue failures. n: Proc. Condition Monitoring 2003, Oxford, United Kingdom, July 2003.
6. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
7. Джексон П. Введение в экспертные системы. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
8. Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М.: ДМК Пресс, 2004.
9. Kuravsky L. S., Baranov S. N. The concept of multifactor Markov networks and its application to forecasting and diagnostics of technical systems In: Proc. Condition Monitoring 2005, Cambridge, United Kingdom, July 2005.
10. Куравский Л. С., Баранов С. Н., Корниенко П. А. Обучаемые многофакторные сети Маркова и их применение для исследования психологических характеристик // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2005. № 12.
11. Эйдемиллер Э. Г., Юстицкис В. В. Опросник для анализа семейных взаимоотношений. СПб.: Речь, 2003.

## The principles of program implementation of psychological simulator

**L. S. Kuravsky,**

*Post Doctorate Degree in Engineering, Professor, Head of the Applied Informatics Chair; Dean, Department of Information Technologies, Moscow State University of Psychology and Education*

**A. A. Margolis,**

*Ph.D. in Psychology, First prorector, professor at the Department of Pedagogical Psychology and at the Department of Cultural-Historical Psychology Moscow State University of Psychology and Education*

**G. A. Yuriev,**

*Student, Applied Informatics in Psychology Chair, Department of Information Technologies, Moscow State University of Psychology and Education*

One of the characteristics of modern educational technologies is the use of a variety of simulators that can significantly improve the speed and effectiveness of training by the partial replacement of expensive and lengthy practical work with the subjects with trainings using a computer model that reflects the main behavior features of the study cohort, as well as their future type of activities. This approach is particularly promising in teaching psychology students, who often lack observations when working with psychometric techniques, which is due to high costs of different kinds of resources required to produce useful information. This article discusses the principle of organizing such a simulator and its application experience.

**Keywords:** probabilistic neural networks, computer model, psychometric techniques, radial basis element.

### References

1. *Kruglov V. V., Borisov V. V.* *Iskusstvennye neironnye seti. Teoriya i praktika.* M.: Goryachaya liniya-Telekom, 2002.
2. *Kuravskii L. S., Baranov S. N., Malyh S. B.* *Neironnye seti v zadachah prognozirovaniya, diagnostiki i analiza dannyh.* M.: RUSAVIA, 2003.
3. *Neironnye seti. STATISTICA Neural Networks.* M.: Goryachaya liniya-Telekom, 2000.
4. *Golovko V. A.* *Neironnye seti: obuchenie, organizaciya i primenenie.* Ucheb. posobie. M.: IPRZhR, 2001.
5. *Kuravsky L. S., Baranov S. N.* *Synthesis of Markov networks for forecasting fatigue failures.* In: *Proc. Condition Monitoring 2003,* Oxford, United Kingdom, July 2003.
6. *Lyuger Dzh. F.* *Iskusstvennyi intellekt: strategii i metody resheniya slozhnyh problem.* M.: Izdatel'skii dom "Vil'yams", 2003.
7. *Dzhekson P.* *Vvedenie v ekspertnye sistemy.* M.: Izdatel'skii dom "Vil'yams", 2001.
8. *Dzhons M. T.* *Programmirovanie iskusstvennogo intellekta v prilozheniyah.* M.: DMK Press, 2004.
9. *Kuravsky L. S., Baranov S. N.* *The concept of multifactor Markov networks and its application to forecasting and diagnostics of technical systems* In: *Proc. Condition Monitoring 2005,* Cambridge, United Kingdom, July 2005.
10. *Kuravskii L. S., Baranov S. N., Kornienko P. A.* *Obuchaemye mnogofaktornye seti Markova i ih primenenie dlya issledovaniya psihologicheskikh harakteristik // Neurokomp'yutery: razrabotka i primenenie.* 2005. №12.
11. *Eidemiller E. G., Yustickis V. V.* *Oprosnik dlya analiza semeinyh vzaimootnoshenii.* SPb.: Rech', 2003.