

*С. А. Шептунов, Ю. М. Соломенцев,
И. С. Кабак, Н. В. Суханова, Т. И. Дробышева*

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ РЕБЕНКА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ОБУЧЕНИЯ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Аннотация.

Актуальность и цели. Проблема разработки средств и методов для формирования и развития личности ребенка, с одной стороны, относится к области педагогики и психологии, а с другой стороны – к области кибернетики и искусственного интеллекта. Вопросы педагогики достаточно полно отражены в специальной литературе, в то время как применение искусственного интеллекта, а именно искусственных нейронных сетей, не нашло достаточного освещения в специальной литературе.

Материалы и методы. В основе работы лежит применение искусственных нейронных сетей, спроектированных по особой технологии МОДУС-НС.

Результаты. Разработана модель формирования и развития личности ребенка при его обучении, в основе которой лежат искусственные нейронные сети особого способа реализации – технологии МОДУС-НС. Приведено описание основ технологии МОДУС-НС и ссылки на литературе с полным описанием этой технологии.

Выводы. Предложена модель формирования и развития личности ребенка в процессе его обучения. Модель использует методы искусственного интеллекта, в частности, большие искусственные нейронные сети. Предложено устройство для реализации нейросетевой модели, которое может быть использовано для определения текущего и целевого уровней интеллектуального эмоционального, физического развития ребенка, для разработки мер по формированию и развитию у него определенных личностных качеств, с ориентацией на последующее профессиональное обучение. Получена модель личности с принципиально новыми свойствами: масштабируемость нейронной сети; простота переноса и копирования результатов предшествующего обучения; возможность реализации различных моделей личности на одном аппаратном комплексе. Все перечисленные новые свойства позволяют создавать новое поколение интеллектуальных систем, которые могут не только моделировать, но и прогнозировать развитие личности ребенка в процессе его обучения в средней школе.

Ключевые слова: нейронная сеть, искусственный интеллект, модель формирования и развития личности.

*S. A. Sheptunov, Yu. M. Solomentsev,
I. S. Kabak, N. V. Sukhanova, T. I. Drobysheva*

NEURAL NETWORK MODEL OF CHILD'S IDENTITY DEVELOPMENT IN THE COURSE OF HIGH SCHOOL TRAINING

Abstract.

Background. The problem of development of means and methods of child's identity creation and development, on the one hand, belongs to the field of pedagogy and psychology, and on the other hand – to the field of cybernetics and artificial intelligence. Problems of pedagogy are rather fully reflected in special litera-

ture, while the application of artificial intelligence, namely the artificial neural networks, hasn't found sufficient reflection in special literature.

Materials and methods. The study was based on the application of the artificial neural networks designed according to the MODUS-NN special technology.

Results. The authors developed a model of child's identity creation and development during his/her training which is based on artificial neural networks with specific ways way of realization – the MODUS-NN technology. The researchers described the fundamentals of the MODUS-NN technology and gave references in literature with a full description of this technology.

Conclusions. The model of child's identity creation and development in the course of high school training is offered. The model uses methods of artificial intelligence, in particular, large artificial neural networks. The authors offer a device for realization of the artificial neural network model which can be used for determination of the current and target levels of intellectual, emotional, physical development of a child, for development of measures for creation and development of certain personal qualities in a child, focused on subsequent vocational education. The model of the personality was received embracing the following essentially new properties: scalability of a neural network; simplicity of previous results transfer and copy; possibility of realization of various models of the personality on one hardware complex. All the new properties listed allow to create a new generation of intellectual systems which are capable of not only modeling, but also predicting development of the child's identity in the course of high school training.

Key words: neural network, artificial intelligence, model of identity creation and development.

Анализ методов формирования и развития личности ребенка в средней школе

Цель исследования – разработка модели для формирования и развития личности ребенка в процессе его обучения в средней школе.

Модель формирования и развития личности ребенка ориентирована на работу педагога, психолога или дефектолога с детьми школьного возраста и подростками. Модель использует методы искусственного интеллекта, в частности, большие нейронные сети.

Для реализации нейросетевой модели формирования и развития личности ребенка необходимо специальное устройство. Это устройство может быть использовано для тестирования и определения текущего и целевого уровней интеллектуального, эмоционального, физического развития ребенка, для разработки мер по формированию и развитию у него определенных личностных качеств. Формирование и развитие личности ребенка происходит с ориентацией на его последующее профессиональное обучение.

Например, у курсантов военного училища и учеников спортивной школы надо развивать ответственность, дисциплину, физическую силу и выносливость, у учащихся медицинского училища – милосердие, терпение и сострадание, у студентов театрального училища – эмоциональность и восприимчивость и т.д.

В ряде работ описаны общие подходы к формированию и развитию интеллектуальных, эмоциональных и физических способностей человека.

Например, в книге В. Г. Крысько «Психология в схемах и таблицах» приводится пример психологической структуры личности человека [1]. В этой структуре выделены следующие факторы формирования личности:

внешняя среда, действия, сознание, интеллект, физическое тело, чувства и эмоции. Согласно В. Г. Крысько, личность формируется, проявляется и совершенствуется в деятельности. Деятельность рассматривается как процесс взаимодействия человека с окружающей средой. Деятельность представляется как структура, состоящая из отдельных компонентов или действий. Действие включает в себя постановку цели и ее достижение.

В книге П. Д. Успенского «Четвертый путь» также описана психологическая структура личности человека [2]. Согласно П. Д. Успенскому и Г. Гурджиеву, существуют сотни и тысячи отдельных маленьких «я», которые формируют структуру личности человека.

Описанные подходы к формированию и совершенствованию структуры личности представляются упрощенными, так как они не учитывают взаимное влияние и взаимные связи между элементами, входящими в структуру личности.

В предложенной модели личность ребенка условно представляется как сложная система, состоящая из большого числа взаимно связанных и взаимно зависимых частей. Каждая часть личности, в свою очередь, условно представляется как сложная система, состоящая из подсистем и т.д. до самого нижнего уровня, в который входят элементарные и неделимые компоненты личности.

Использование искусственного интеллекта для решения поставленной задачи

Модель формирования и развития личности ребенка. Функциональная схема модели формирования и развития личности ребенка на основе нейронных сетей представлены на рис. 1 (ИНС – искусственные нейронные сети).



Рис. 1. Функциональная схема модели формирования и развития личности ребенка

Объектом исследования является личность ребенка.

Методом исследования выбрано имитационное моделирование процесса формирования и развития личности ребенка.

На вход имитационной модели подаются результаты психологического тестирования ребенка. На выходе модели получают значение, которое характеризует уровень развития личности в данный момент времени t . Уровень развития личности является нечеткой переменной и принимает значения в диапазоне $[0;1]$ (от 0 до 100 % уровня развития личности взрослого человека). На выходе модели формируют прогноз развития личности ребенка для последующего момента времени $(t + dt)$.

Модель формирования и развития личности ребенка реализована на базе искусственной нейронной сети. В этой модели можно выделить три основных функциональных блока:

- блок идентификации текущего уровня развития личности ребенка;
- блок прогнозирования развития личности ребенка;
- блок дообучения ИНС.

Каждый блок реализуется отдельным фрагментом обученной нейронной сети.

Блок идентификации определяет текущий уровень развития личности ребенка по результатам его психологического тестирования. Блок идентификации текущего состояния обучается перед началом работы модели на основе начальной экспериментальной обучающей выборки.

Блок прогнозирования развития личности ребенка обучается в процессе работы модели на основе текущих фактических данных. Выходом блока прогнозирования развития личности ребенка является оценка времени, необходимого для формирования определенных целевых значений компонентов личности в процессе обучения.

Блок дообучения ИНС позволяет проводить дополнительное обучение модели в процессе ее работы.

При традиционном использовании нейронных сетей обучение производится в один этап – перед началом эксплуатации нейронной сети. Обучение производят на достаточной по количеству обучающей выборке до достижения требуемого качества работы нейронной сети. При этом предъявляются требования к качеству и самой обучающей выборки.

В предложенной подсистеме обучение ИНС происходит в два этапа:

- первичное обучение при помощи метода обратного распространения ошибки;
- дополнительное обучение во время работы системы при помощи генетических алгоритмов.

На первом этапе обучения при помощи метода обратного распространения ошибки создается заведомо большая по числу нейронов сеть и большое значение среднеквадратичной ошибки обучения. В последующем при дополнительном обучении устанавливается допустимое значение среднеквадратичной ошибки. Затем уменьшается размерность сети за счет удаления малозначимых нейронов.

Предварительное обучение необходимо для того, чтобы сформировать начальную популяцию для генетических алгоритмов и для увеличения быстродействия сети. Быстродействие сети увеличивается за счет снижения тра-

фика информации в коммутаторной нейронной сети путем оптимальной группировки нейронов.

Возможны три способа обучения:

- 1) предварительное обучение системы;
- 2) обучение или переобучение в процессе работы;
- 3) комбинация обоих подходов.

Схема использования интеллектуальной модели развития личности показана рис. 2.

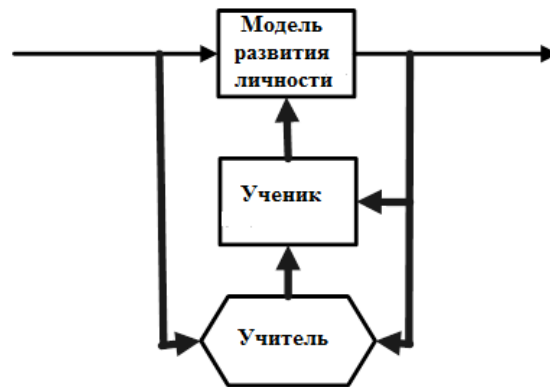


Рис. 2. Интеллектуальная модель развития личности

Предложенная реализация интеллектуальной модели развития личности использует большие нейронные сети.

Известны три основных способа создания искусственных нейронных сетей [3]:

1. Аппаратная реализация, когда нейронная сеть является аппаратной схемой, электронным устройством.
2. Программная реализация, когда нейронная сеть является компьютерной программой.
3. Аппаратно-программная реализация, являющаяся комбинацией двух первых способов.

Описание используемой нейросетевой модели. Аппаратно-программная реализация интеллектуальных систем ставит ряд научных проблем:

– предлагается реализовать интеллектуальную систему из набора унифицированных аппаратных модулей с памятью. В процессе инициализации такой системы в память модуля производится загрузка результатов предварительного обучения нейронной сети.

– необходимо определить архитектуру интеллектуальной системы. Применен принцип декомпозиции и модульного построения.

– интеллектуальный модуль должен реализовать фрагмент большой нейронной сети. Существенным ограничением является количество линий связи между модулями в составе управляющей системы. Количество линий связи между интеллектуальными модулями необходимо сократить путем рационального размещения нейронов с учетом взаимных связей и количества передаваемой информации. Традиционная архитектура нейронной сети не позволяет эффективно решить перечисленные ранее задачи, поэтому необходимо разработать новую архитектуру нейронной сети.

Поставленные задачи были решены и их результаты защищены патентами РФ [4–9].

Коммутаторная архитектура нейронных сетей. В традиционной архитектуре нейронных сетей используются только элементы одного типа – нейроны. При аппаратной реализации традиционной нейронной сети одним из ограничений являлось количество линий связи у каждого нейрона.

Предложена новая «коммутаторная» архитектура нейронной сети. В коммутаторной нейронной сети используются два типа устройств – нейроны и коммутаторы. В коммутаторной нейронной сети все нейроны имеют только один вход и только один выход (рис. 3).

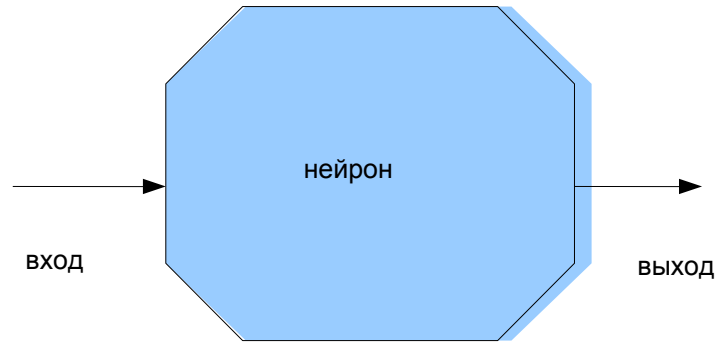


Рис. 3. Нейрон коммутаторной сети

В коммутаторной нейронной сети нейрон реализует функцию активации и является очень простым элементом. Передачу информации между нейронами выполняют специальные устройства – коммутаторы (рис. 4).

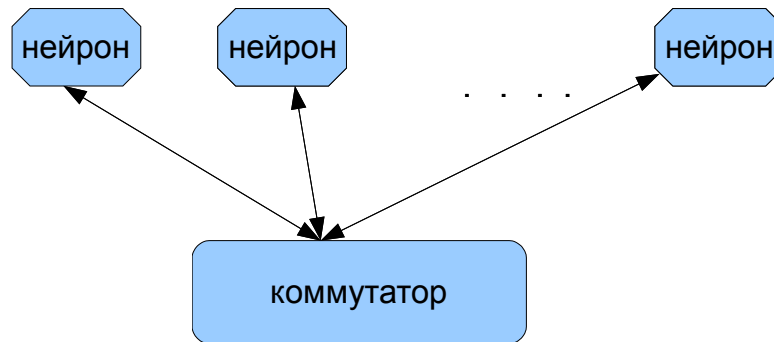


Рис. 4. Фрагмент коммутаторной сети

Коммутаторы имеют много входов и много выходов. Входы и выходы коммутатора подсоединены к нейронам или к другим коммутаторам.

Коммутаторы могут соединяться друг с другом, образуя древовидную структуру. Коммутаторы получают информацию с выходов одних нейронов и передают информацию на входы других нейронов с учетом взаимных связей нейронов и масштабирующих коэффициентов. Масштабирующие коэффициенты и взаимные связи нейронов записаны в память коммутатора в форме

таблиц. Таблицы взаимных связей нейронов и масштабирующих коэффициентов формируются при обучении нейронной сети и могут меняться при ее переобучении. Указанные таблицы заносятся в память коммутатора при инициализации интеллектуальной системы.

Доменная архитектура нейронных сетей. В основу доменной архитектуры нейронных сетей положены два принципа:

- 1) принцип разделения функций принятия решения и функций транспорта информации (принцип коммутации);
- 2) принцип разделения большой нейронной сети на фрагменты (принцип домена).

Первый принцип (принцип коммутации) предусматривает наличие в нейронной сети двух типов элементов:

- 1) элементов, принимающих решение – нейронов (или доменов);
- 2) элементов, выполняющих передачу информации между нейронами (или доменами), – коммутаторов.

Принятие решения и транспорт информации разделены.

Второй принцип (домена) предусматривает объединение множества взаимосвязанных простых элементов (нейронов и коммутаторов) в более сложный элемент принятия решения – домен.

Множества взаимосвязанных нейронов и коммутаторов образуют автономные группы. Обмен информацией между нейронами из одной автономной группы выполняется в коммутаторе. Обмен информацией между нейронами из разных автономных групп выполняет специальное устройство – шлюз домена.

Шлюз домена выполняет следующие функции:

- разделяет все нейроны на внутренние и внешние;
- принимает и передает информацию между внутренними и внешними нейронами,
- выполняет функцию маршрутизации.

Нейронные сети с доменной архитектурой построены по тем же принципам, что и коммутаторные нейронные сети (рис. 5, 6).

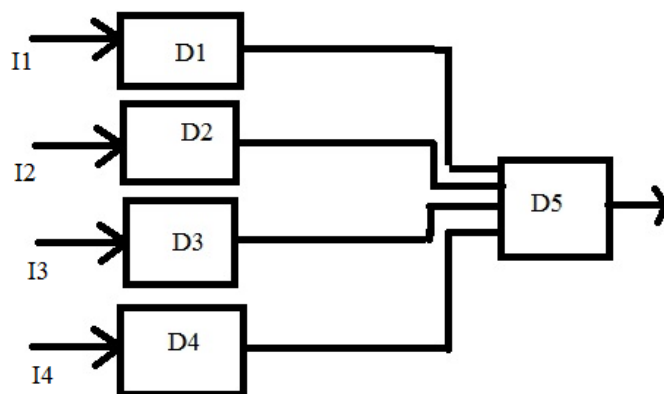


Рис. 5. Нейросетевая модель формирования и развития личности ребенка

Обучение коммутаторной и доменной нейронной сети. При обучении коммутаторной (доменной) нейронной сети нейроны не изменяются. Ре-

зультаты обучения коммутаторной (доменной) нейронной сети отражаются в таблицах взаимных связей нейронов и таблицах коэффициентов масштабирования выходов нейронов. Эти таблицы хранятся в памяти коммутаторов. Обучение доменной нейронной сети происходит путем обучения ее отдельных доменов. Шлюз домена выполняет функции коммутатора самого верхнего уровня. В шлюзе имеется память, где хранятся таблицы взаимных связей и коэффициентов масштабирования выходов внутренних и внешних нейронов.

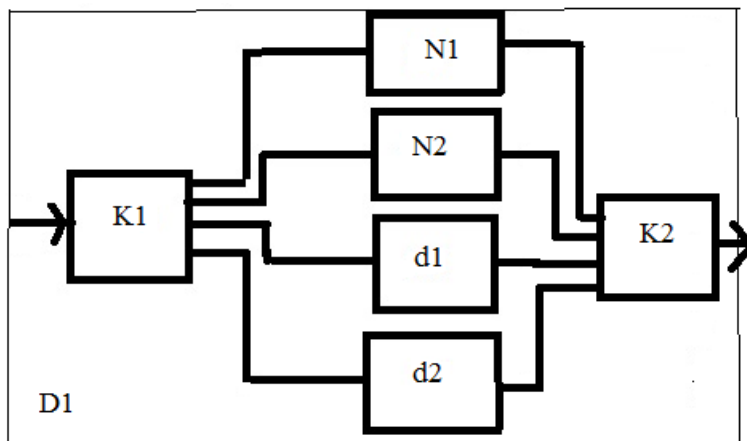


Рис. 6. Фрагмент большой нейронной сети

Нейросетевая модель формирования и развития личности. Предложено устройство для реализации модели формирования и развития личности на базе обученной большой нейронной сети. Большая нейронная сеть содержит соединенные друг с другом фрагменты – домены верхнего уровня. Домены верхнего уровня содержат нейроны (N), домены нижнего уровня (d) и коммутаторы (K). Каждый домен условно обозначает определенную часть или компонент личности ребенка. Домены являются фрагментами большой обученной искусственной нейронной сети, где каждому домену (D) присвоен последовательно возрастающий номер, например: D1, D2, D3, D4 и т.д. Каждый домен нейронной сети соединен с одним или несколькими устройствами других доменов.

Домены верхнего уровня с номерами от 1 до n обозначают уже сформированные в процессе обучения и воспитания отдельные части личности, а домены с номерами от $n + 1$ до $n + k$ обозначают отдельные части личности, которые могут быть целенаправленно сформированы в процессе решения новых задач и освоения новых видов деятельности.

Нейронам и доменам нижнего уровня, входящим в один домен (D1), также присвоены последовательно возрастающие номера, начиная с $n + k + 1$. Домены нижнего уровня условно обозначают компоненты личности, которые формируются в результате освоения ребенком определенных видов деятельности. Домены нижнего уровня с номерами от $n + k + 1$ до m обозначают уже сформированные в процессе обучения и воспитания компоненты личности, а домены нижнего уровня с номерами от $m + 1$ до $m + 1$ обозначают отдель-

ные компоненты личности, которые могут быть целенаправленно сформированы.

Каждый нейрон условно обозначает определенный вид деятельности (например: чтение, запоминание, сложение и т.д.). Освоение ребенком нового вида деятельности условно обозначается добавлением доменов, нейронов и их взаимных связей.

Коммутаторы содержат таблицу коэффициентов взаимных связей нейронов и доменов и выполняют функции взаимного соединения и передачи информации между нейронами и (или) доменами. Коэффициенты взаимной связи между доменами и нейронами изменяются в диапазоне значений [0;1]. Таблица значений коэффициентов взаимной связи между доменами верхнего уровня условно обозначает наличие, степень формирования и развития частей личности у ребенка.

Таблица значений коэффициентов взаимной связи между нейронами и доменами нижнего уровня условно обозначает наличие и степень формирования у ребенка компонентов личности, а также навыков и знаний, необходимых для освоения определенного вида деятельности.

Развитие и совершенствование у ребенка уже имеющихся навыков деятельности условно обозначаются увеличением коэффициентов взаимных связей нейронов и доменов.

Нейросетевая модель позволяет управлять процессом формирования отдельных частей личности, развивать и совершенствовать уже имеющиеся свойства личности в процессе воспитания и обучения, включающем интеллектуальную, эмоциональную и физическую деятельность. Модель имитирует процесс развития и формирования целостной личности человека, а также может использоваться для оценки отдельных свойств и качеств личности, необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности

Заключение

Предложена модель формирования и развития личности ребенка в процессе его обучения. Модель использует методы искусственного интеллекта, в частности, большие нейронные сети.

Предложено устройство для реализации нейросетевой модели, которое может быть использовано для определения текущего и целевого уровней интеллектуального эмоционального, физического развития ребенка, для разработки мер по формированию и развитию у него определенных личностных качеств с ориентацией на последующее профессиональное обучение.

В статье описана новая коммутаторная технология создания нейронных сетей. Элементами коммутаторной нейронной сети являются не только нейроны, но также устройства для транспорта информации – коммутаторы. За счет декомпозиции большая нейронная сеть разделяется на ряд взаимосвязанных компонентов – доменов.

Таким образом, известную технологию создания нейронных сетей дополнили новыми принципами построения коммутаторных компьютерных сетей.

В результате была получена модель личности с принципиально новыми свойствами:

- масштабируемость нейронной сети;
- простота переноса и копирования результатов предшествующего обучения;

– возможность реализации различных моделей личности на одном аппаратном комплексе.

Все перечисленные новые свойства позволяют создавать новое поколение интеллектуальных систем, которые могут не только моделировать, но и прогнозировать развитие личности ребенка в процессе его обучения в средней школе.

Общие принципы создания нейросетевых моделей личности можно перенести на человеко-машинные системы (например, САПР, экспертные системы, дистанционное обучение и т.п.), где результат работы системы существенно зависит от интеллектуального и эмоционального уровня развития человека-оператора.

Список литературы

1. **Крысько, В. Г.** Психология и педагогика в схемах и таблицах / В. Г. Крысько. – Минск : Харвест, 1999. – 384 с.
2. **Успенский, П. Д.** Четвертый путь / П. Д. Успенский. – М. : Фаир-Пресс, 2005. – 640 с.
3. **Люгер, Д.** Искусственный интеллект / Д. Люгер. – М. : Мир, 2003. – 690 с.
4. Патент РФ № 2038819. Способ Андреева А. О. развития интеллектуальных способностей человека и устройство для его осуществления / А. О. Андреев; опубли. 10.09.1996.
5. Патент РФ № 2238765. Способ оздоровления и сопряженного взаимозависимого развития физических и интеллектуальных способностей человека и устройство для его осуществления / Черкесов Ю. Т., Афанасенко В. В., Кураев Г. А., Харенко С. А., Давыдов Ю. В., Черкесов Т. Ю., Козлов С. И.; заявл. 26.03.2001 ; опубли. 27.10.2004.
6. Патент РФ на полезную модель № 82365. Устройство для развития личности человека / Калина Л. С. Калинин В. Б.; заявл. 03.10.2008 ; опубли. 20.07.2009.
7. Патент РФ на полезную модель № 66831. Нейронная сеть / Кабак И. С., Суханова Н. В.; приоритет 02.04.2007 ; опубли. 27.09.2007, Бюл. № 27.
8. Патент РФ на полезную модель № 72084. Доменная нейронная сеть / Кабак И. С., Суханова Н. В.; приоритет 03.12.2007 ; опубли. 27.03.2008, Бюл. № 9.
9. Патент РФ на полезную модель № 75247. Модульная вычислительная система / Кабак И. С., Суханова Н. В.; приоритет 26.12.2008 ; опубли. 27.07.2008, Бюл. № 21.

References

1. Krysk'o V. G. *Psikhologiya i pedagogika v skhemakh i tablitsakh* [Psychology and pedagogy in schemes and tables]. Minsk: Kharvest, 1999, 384 p.
2. Uspenskiy P. D. *Chetvertyy put'* [Fourth way]. Moscow: Fair-Press, 2005, 640 p.
3. Lyuger D. *Iskusstvennyy intellekt* [Artificial intelligence]. Moscow: Mir, 2003, 690 p.
4. Patent Russian Federation No. 2038819. A. O. Andreev's way of human's intellectual abilities development and device for implementation thereof. Publ. 10 September 1996.
5. Patent Russian Federation No. 2238765. Method of health improvement and conjugated interconnected development of human's physical and intellectual abilities and device for implementation thereof. Cherkesov Yu. T., Afanasenko V. V., Kuraev G. A., Kharenko S. A., Davydov Yu. V., Cherkesov T. Yu., Kozlov S. I.; appl. 26 January 2001; publ. 27 October 2004.
6. Useful model Patent Russian Federation. No. 82365. Device for human's personality development. Kalina L. S. Kalin V. B.; appl. 3 October 2008; publ. 20 July 2009.
7. Useful model Patent Russian Federation. No. 66831. Neural network. Kabak I. S., Sukhanova N. V.; appl 2 April 2007; publ. 27 September 2007, bull. no. 27.

8. Useful model Patent Russian Federation. No. 72084. Domain neural network. Kabak I. S., Sukhanova N. V.; appl. 3 December 2007; publ. 27 March 2008, bull. no. 9.
9. Useful model Patent Russian Federation. No. 75247. Modular computing system. Kabak I. S., Sukhanova N. V.; appl. 26 December 2008; publ. 27 July 2008, bull. no. 21.

Шептунов Сергей Александрович

доктор технических наук, профессор,
директор, Институт конструкторско-
технологической информатики
Российской академии наук (Россия,
г. Москва, пер. Вадковский, 18, корп. 1А)

E-mail: ship@ikti.ru

Sheptunov Sergey Aleksandrovich

Doctor of engineering sciences, professor,
director of the Institute of engineering
and design informatics of the Russian
Academy of Sciences (building 1a,
18 Vadkovsky lane, Moscow, Russia)

Соломенцев Юрий Михайлович

доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
член-корреспондент Российской
академии наук, Советник РАН,
Институт конструкторско-
технологической информатики
Российской академии наук (Россия,
г. Москва, пер. Вадковский, 18, корп. 1А)

E-mail: ship@ikti.ru

Solomentsev Yuriy Mikhaylovich

Doctor of engineering sciences, professor,
chief researcher, corresponding member
of the Russian Academy of Sciences,
RAS councillor, Institute of engineering
and design informatics of the Russian
Academy of Sciences (building 1a,
18 Vadkovsky lane, Moscow, Russia)

Кабак Илья Самуилович

кандидат технических наук, профессор,
кафедра компьютерных систем
управления, Московский
государственный технологический
университет «СТАНКИН» (Россия,
г. Москва, пер. Вадковский, 1)

E-mail: ikabak@mail.ru

Kabak Ilya Samuilovich

Candidate of engineering sciences,
professor, sub-department of computer-
driven control systems, Moscow State
Technological University “STANKIN”
(1 Vadkovsky lane, Moscow, Russia)

Суханова Наталия Вячеславовна

кандидат технических наук, доцент,
кафедра компьютерных систем
управления, Московский
государственный технологический
университет «СТАНКИН» (Россия,
г. Москва, пер. Вадковский, 1)

E-mail: n_v_sukhanova@mail.ru

Sukhanova Nataliya Vyacheslavovna

Candidate of engineering sciences,
associate professor, sub-department
of computer-driven control systems,
Moscow State Technological University
“STANKIN” (1 Vadkovsky lane,
Moscow, Russia)

Дробышева Татьяна Ивановна

директор, Лицей № 138 (Россия,
г. Москва, ул. Генерала Глаголева,
10, корп. 2)

E-mail: 138@edu.mos.ru

Drobysheva Tat'yana Ivanovna

Director, Lyceum № 138 (building 2,
10 Generala Glagoleva street,
Moscow, Russia)

УДК 004.75,004.896

Нейросетевая модель формирования и развития личности ребенка в процессе его обучения в средней школе / С. А. Шептунов, Ю. М. Солоненцев, И. С. Кабак, Н. В. Суханова, Т. И. Дробышева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2014. – № 4 (32). – С. 41–52.