



OSTIS-2012

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.032.26

**ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ
ИЗУЧЕНИЯ СТУДЕНТОМ
НЕКОТОРОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЗНАНИЙ
НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТЕОРИИ АДАПТИВНОГО РЕЗОНАНСА**

Козлов О.А., Михайлов Ю.Ф.

*Федеральное государственное научное учреждение
«Институт информатизации образования»
Российской академии образования, г. Москва, Россия*

ole-kozlov@yandex.ru

mikhayurij@yandex.ru

В статье приводится описание подхода по формированию индивидуальной траектории изучения студентом некоторой предметной области знаний с помощью искусственной нейронной сети ART.

Ключевые слова: вектор параметров оценки качества усвоения знаний, декартовое произведение векторов, нейронный слой сравнения, нейронный слой распознавания, интеллектуальная обучающая система, модуль адаптации.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальным с точки зрения личностно ориентированного обучения является понятие индивидуальной траектории обучения и изучения. Формирование индивидуальной траектории изучения является задачей со множеством неопределенных параметров, поэтому предлагается для ее решения применять искусственную нейронную сеть. Предлагается схема организации процесса обучения, с применением искусственных нейронных сетей, построенных на основе теории адаптивного резонанса (сети ART), описывается процесс функционирования системы. Ядром предлагаемой информационной обучающей системы, влияющим на построение траектории обучения, является индивидуальная траектория изучения студентом некоторой предметной области знаний, которую можно представить в виде декартового произведения векторов. Введение в структуру информационной обучающей системы модели индивидуальной траектории изучения студентом некоторой предметной области знаний, которая включает личностные и профессиональные качества студента, а также нейронных сетей, которые классифицируют обучаемых и определяют очередной этап траектории обучения, позволяют индивидуализировать и дифференцировать процесс обучения.

Интеллектуализация индивидуальной траектории изучения предметной области знаний на основе искусственной нейронной сети теории адаптивного резонанса

Реализации парадигмы индивидуально-личностного обучения предполагает применение двух основных подходов: педагогического и информационного. Педагогический подход основан на необходимости реализации в учебном процессе различных дидактических целей (характер представления окружающей действительности, организация разнообразных видов учебно-познавательной деятельности, осуществление мотивационных, учебно-воспитательных и контрольно-корректирующих функций и т.п.). Информационный подход направлен на создание своеобразной обучающей среды, в которой при использовании определенных педагогических технологий происходит процесс познания и интеллектуального развития. Информационный подход предполагает существенную перестройку образовательной технологии, направленную на нейтрализацию таких отрицательных последствий обучения в условиях классно-урочной системы, как недостаточно развитая вариативность образования, слабый учет индивидуальных способностей, творческого потенциала и личных интересов

обучаемых.

Наиболее конструктивной альтернативой, на наш взгляд, является интеграция этих подходов в педагогическую технологию, основанную на применении информационно-коммуникационной предметной среды (по Роберт И.В.), обеспечивающей индивидуальный выбор обучаемыми интерактивного режима работы с учебной информацией, ее изучение и закрепление в индивидуальных и групповых формах.

Средству обучения, функционирующему на базе информационных и коммуникационных технологий, при необходимости (по Роберт И.В.) можно частично передать функции обучающего: контроль результатов обучения; предоставления заданий, адекватных уровню обучающегося; тренировки на формирование умений, навыков; сбор, обработку, хранение, передачу информации; тиражирование, управление учебной деятельностью; обеспечение коммуникационных процессов; организацию разнообразных форм деятельности по самостоятельному извлечению и представлению знаний.

Индивидуальная траектория обучения – это специфический содержательный и операциональный состав обучения и последовательность его усвоения, подбираемая под конкретный образовательный запрос обучаемого в соответствии с его возможностями. Индивидуальная траектория обучения отражает уникальный путь, которым личность обучаемого должна двигаться к целям обучения. Выбор одной из нескольких десятков и сотен возможных траекторий обучения формирует индивидуальную траекторию изучения студентом некоторой предметной области знаний. Одним из вариантов решения указанной задачи являются нейросетевые технологии.

На основе анализа научной литературы по рассматриваемой проблеме [Козлов, 1999], [Роберт, 2009], [Ширшов, 2002], [Brusilovsky, 1993], [Corbett и др., 1992] индивидуальную траекторию изучения студентом некоторой предметной области знаний можно представить в виде декартового произведения векторов

$$M = VDE \times VSU \times VPS \times VSO \times VAD \times VPD \times VPU \quad (1)$$

В этой модели

$VDE = (de_1, de_2, de_3, \dots, de_k)$ – вектор предъявляемых дидактических единиц $(de)_t$, из базы знаний учебной дисциплины, $(t = 1, 2, \dots, k) \in K$,

где K – число дидактических единиц для изучаемого модуля знаний.

$VSU = (s_1, s_2, s_3, \dots, s_n)$ – вектор состояний обучающегося, ученика s_j в процессе изучения дидактической единицы, $(j = 1, 2, \dots, n) \in N$,

где N – число возможных состояний обучающегося в процессе изучения дидактической единицы.

$VPS = (ps_1, ps_2, ps_3, \dots, ps_z)$ – вектор элементов педагогического сценария обучения ученика $(ps)_i$; усвоению дидактического элемента,

$$(i = 1, 2, \dots, z) \in Z,$$

где Z – число возможных элементов - форм, видов организации занятия ученика с

дидактическим элементом.

$VSO = (o_1, o_2, o_3, \dots, o_b)$ – вектор параметров оценки качества усвоения знаний o_l дидактического элемента обучающимся, $(l = 1, 2, \dots, b) \in B$,

где B – число оцениваемых параметров (знаний, умений, навыков, представлений) по данному дидактическому элементу.

$VAD = (ad_1, ad_2, ad_3, \dots, ad_c)$ – вектор адаптационных действий $(ad)_f$, предпринятых средствами ИКТ для адаптации педагогического сценария к текущему состоянию обучаемого, $(f = 1, 2, \dots, c) \in C$,

где C – число допустимых операций адаптации педагогического сценария для дидактического элемента.

$VPD = (pd_1, pd_2, pd_3, \dots, pd_h)$ – вектор процедур управления $(pd)_h$ процессом усвоения дидактического элемента учеником, сформированный средствами ИКТ, $(h = 1, 2, \dots, q) \in Q$,

где Q – число допустимых процедур управления процессом усвоения ученика (предъявление дидактического элемента; контроль усвоения дидактического элемента; контроль состояния ученика; оценка отклонения от педагогического сценария процедур управления, сформированных учеником), сформированных средствами ИКТ.

$VPU = (pu_1, pu_2, pu_3, \dots, pu_r)$ – вектор процедур управления $(pu)_v$ средствами ИКТ, сформированный учеником в процессе изучения дидактического элемента, $(v = 1, 2, \dots, r) \in R$,

где R – число допустимых процедур управления (просмотр, самоконтроль, контроль – тестирование, поиск, пропуск), предусмотренных педагогическим сценарием на средствах ИКТ.

В этом случае индивидуальную траекторию изучения студентом t -го дидактического элемента модуля знаний можно представить как 7-арное отношение множества векторов

$$m_{de} = ((de)_t, s_j, (ps)_i, o_l, (ad)_f, (pd)_h, (pu)_v) \quad (2)$$

В условиях реализации средств ИКТ на базе достижений нанотехнологии, nanoиндустрии (многоядерные процессоры, нейропроцессоры) можно говорить о распараллеливании процессов в информационно-коммуникационной предметной среде, и как следствие такого подхода, о применении искусственных нейронных сетей в построении информационно-коммуникационной предметной среды и построении учебного информационного взаимодействия на основе интеллектуальных обучающих систем.

Индивидуальная траектория изучения студентом, в этом случае, должна отражать учебное информационное взаимодействие, описанное в терминах искусственных нейронных сетей.

Все большее понимание получает мысль о том, что эффективное обучение невозможно без систематического применения методов извлечения, обработки и систематизации знаний, что характерно для области использования технологий искусственного интеллекта.

Рассматривая, каким образом человек в процессе обучения с помощью компьютера может

анализировать поступающую информацию, в терминологии нейрогенетики введено ключевое понятие — нейросеть. Именно совокупность нейросетей образует отделы нервной системы человека, которые в свою очередь определяют всю деятельность, придают существу разум, интеллект. Простейший нейрон – это преобразователь данных, у которого на входе один сигнал, а на выходе – значение функции. Искусственные нейронные сети демонстрируют удивительное число свойств, присущих мозгу. Они «обучаются» на основе опыта, «обобщают» предыдущие прецеденты при анализе новых данных и извлекают существенные свойства из поступающей информации, содержащей излишние данные.

Индивидуальная траектория изучения студента выражает цель обучения и содержит информацию о состоянии знаний обучаемого, которые разделяются на общие (интегрированные) и частные, отражающие усвоение текущего материала.

В интегрированные характеристики обучаемого выделяют рейтинг ученика, среднее время решения задачи, оценку по пройденному разделу, ошибки по разделам с частотой их возникновения, а также ряд других.

Для оптимизации ведения диалога в траекторию изучения добавлен текущий сценарий диалога, содержащий имена и тип предлагаемых учебных фрагментов, а также протокол выдачи информации, представляющий собой список пройденного материала с указанием времени его выдачи. Последний введен чтобы избежать дублирования при добавлении новых фрагментов в сценарий диалога.

Единая база данных (БД) учебного материала ведется на машине преподавателя. Приложения же обучаемых предоставляют сервис по ведению данных о текущих характеристиках ученика. Запрос новых данных от БД учебного материала является инициатором изменения интегрированных характеристик, которое, в свою очередь, требует запроса к серверу, ведущему данные об ученике, т.е. приложению обучаемого. Как становится очевидным, данные предоставляются клиентскому приложению по явному запросу. Интегрированные характеристики обучаемого участвуют только при формировании новых учебных воздействий и, также ведутся приложением преподавателя.

С целью оценки начальных знаний по выбранному или заданному учебному материалу применяют ряд тестовых заданий, формирующих его рейтинг и другие характеристики. Для анализа возникающих ошибок ведется база данных об ошибках обучаемого, с указанием весового коэффициента ошибки, заполняемая автором курса. При этом задание разбивается на подзадачи (для конкретизации), а возникающая точка n-мерного шара ошибок анализируется системой. Такая организация позволяет избежать случайного совпадения ответа пользователя с правильным ответом.

Дилемма стабильности - пластичность является важной особенностью обучения, необходимо

обучать сеть, моделирующую студента, новым явлениям (пластичность) и в то же время сохранить стабильность, чтобы существующие знания не были стерты или разрушены. Поставленную проблему стабильности - пластичности решают нейронные сети, построенные в соответствии с теорией адаптивного резонанса. К таким сетям относятся сети ART, которые обеспечивают решение задачи классификации. Входной вектор классифицируется в зависимости от его схожести с одним из образов, запомненных ранее при обучении.

Недостатком сети ART является чувствительность к порядку предъявления входных векторов. Данный недостаток устраняется в модели обучения на основе элементов педагогического сценария обучения студента усвоению дидактического элемента. Педагогический сценарий обучения студента определяет порядок предъявления входных векторов.

Другой недостаток сети ART – невозможность классификации зашумленных векторов, то есть векторов с недостоверной информацией, устраняется в модели обучения с помощью адапционных действий, предпринятых средствами ИКТ для адаптации педагогического сценария к текущему состоянию обучаемого, и параметров оценки качества усвоения, компонентов дидактического элемента, обучающимся.

Таким образом, нейросетевая модель процесса изучения общеобразовательного (учебного) предмета (предметной области) может быть реализована на архитектуре искусственной нейронной сети ART – сети адаптивного резонанса. Структура сети представлена на рисунке 1.

Она включает два слоя нейронов: слой сравнения и слой распознавания.

Модуль сброса обеспечивает управляющие функции, необходимые для обучения и классификации.

Входной вектор X , выходной вектор C , модифицирующий вектор R , приемники 1 и 2 обеспечивают формирование векторов рассогласования $G1$ и $G2$.

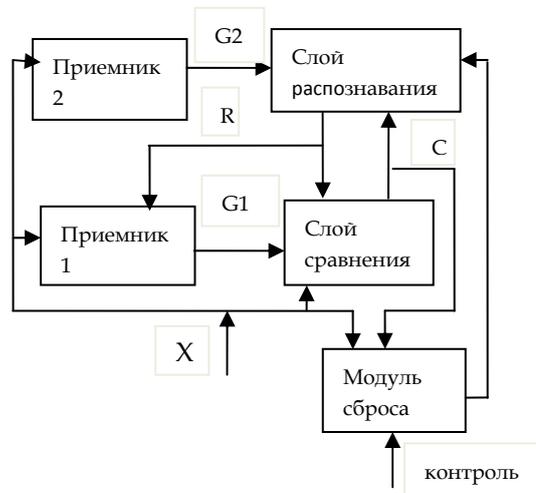


Рисунок 1- Структура сети ART

Нейросетевая модель процесса изучения общеобразовательного (учебного) предмета (предметной области), отображаемая этой структурой, содержит в качестве:

- входного вектора X представленного вектором VSO или VPS . Вектор VSO сравнивается первоначально с образом VPS , затем с одним из образов VSO , запомненных ранее. Свое решение сеть ART выражает в форме возбуждения одного из нейронов распознающего слоя. Степень схожести (критерий сходства) VSO с VPS закладывается в вектор VPS . VDE – вектор предъявляемых дидактических единиц, из базы знаний учебной дисциплины; VPS – вектор элементов педагогического сценария обучения студента усвоению дидактического элемента;

- вектора контроля VSO , вектора параметров оценки качества усвоения знаний дидактического элемента студентом;

- вектора R , выходного вектора слоя распознавания, формируется с помощью VPD – вектора процедур управления процессом усвоения дидактического элемента студентом, сформированного средствами ИКТ, который модифицирует вектор VPS ;

- вектора C - выходного вектора слоя сравнения векторов VSO с VPS , является модифицированным вектором VPS , который принимается на следующих фазах работы слоя сравнения в качестве вектора VSO ;

- вектора $G1$, представленного VSU – вектором состояний студента в процессе изучения дидактической единицы, является подмножеством вектора VSO . Единичные значения элементов вектора VSU определяют положительный настрой студента на работу с дидактическим элементом;

- вектора $G2$, представленного вектором VPU – вектором процедур управления средствами ИКТ, сформированного студентом в процессе изучения дидактического элемента, является подмножеством вектора VSO . Единичные значения вектора VPU отражают операторскую работу студента со средствами ИКТ.

Модуль сброса измеряет сходство между векторами VSO и VPS , если это отличие сильнее, чем требует критерий сходства, вырабатывается сигнал сброса возбужденного нейрона в слое распознавания и формируется вектор VAD . VAD – вектор адапционных действий, предпринятых средствами ИКТ для адаптации педагогического сценария к текущему состоянию обучаемого, поданным на вход, формируют на выходе из запомненных ранее векторов вектор VSO , наиболее похожий в некотором выбранном смысле на данный входной вектор VDE .

Для формирования педагогического сценария обучения студента дидактической единицы собирают точки зрения экспертов – какие наборы показателей в зависимости от выбранной стратегии необходимо включать в модель. Далее происходит обучение сети и генерирование вариантов обучения в зависимости от той или иной стратегии. Работа нейросети состоит в преобразовании входного

вектора в выходной вектор.

Такое преобразование задается весами сети. Точки зрения экспертов являются входными данными (векторами) для нейросети.

По мере ввода данных осуществляется обучение сети (корректировка весовых коэффициентов).

Результат работы сети – стратегия обучения студента, которой соответствует определенный набор показателей.

После многократного предъявления примеров веса сети стабилизируются. В таком случае делается вывод, что сеть обучена. Важно отметить, что качество обучения сети напрямую зависит от количества примеров в обучающей выборке, а также от того, насколько полно эти примеры описывают данную задачу. После того как сеть обучена, система приобретает возможность генерировать варианты наборов показателей в зависимости от того, какую стратегию обучения выбрал студент.

Формирование индивидуальной траектории обучения студента на основе нейросети состоит из следующих этапов:

- отбор показателей;
- обучение нейросети на основе экспертных оценок;
- формирование модели студента в соответствии со стратегией обучения;
- формирование стратегической карты;
- оценка эффективности обучения студента на основе нейронной сети;
- мониторинг статистических данных результатов обучения.

Формирование траектории индивидуального изучения студентом дидактической единицы происходит на основе значений личностно ориентированной модели студента. Она включает как психофизиологические характеристики обучаемого, так и характеристики его текущего уровня знаний. К функциям модуля формирования модели относятся проведение первоначального психофизиологического тестирования, определение начального уровня знаний по учебному курсу и собственно формирование модели. На основе знаний модели обучаемого нейронная сеть, как управляющий элемент информационной системы, строит обучающую стратегию.

Параметры обновленной модели обучаемого поступают на вход нейронной сети, которая по аналогии с работой человеческого мозга, может выбрать один из нескольких сотен вариантов очередного этапа индивидуальной траектории обучения. В зависимости от текущего уровня знаний по изучаемой дисциплине движение по траектории изучения дидактической единицы можно разбить на три основных направления: возврат назад по траектории к предыдущему дидактическому элементу изучаемой дидактической единицы учебного курса, если обучаемый неудовлетворительно справился с предлагаемыми тестовыми заданиями по изучаемой теме или разделу; движение вперед к новому дидактическому элементу, следующей порции учебного материала,

определенной программой курса. В случае если предыдущая тема или раздел учебного курса были освоены на хорошем или отличном уровне выполняется движение вперед к новой дидактической единице учебного материала. Каждое выделенное направление движения по индивидуальной траектории изучения включает несколько вариантов, позволяющих индивидуализировать и дифференцировать процесс обучения.

Таким образом, интеллектуальную информационную обучающую систему можно использовать для управления процессом обучения; с целью формирования индивидуальной траектории обучения; автоматизации процессов контроля и коррекции результатов учебной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интеллектуальная информационная система организация учебного процесса на основе искусственных нейронных сетей позволяет формировать и управлять индивидуальной траекторией изучения студентом некоторой предметной области знаний, позволяет сохранять, анализировать и объединять обычно разрозненные, субъективные мнения экспертов с помощью нейронной сети.

В данной статье предложен метод интеллектуализации индивидуальной траектории изучения студентом некоторой предметной области знаний, основанный на декартовом произведении векторов, описывающих состояние и поведение студента во время изучения дидактической единицы модуля знаний, что позволяет применить для обработки этих векторов искусственные нейронные сети

Интеллектуальная информационная система способна формировать индивидуальную траекторию обучения студента в соответствии со спецификой отдельных показателей обучения студента, оценивать эффективность работы студента в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

[Барский, 2004] Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004.

[Горбань, 1990] Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. – М.: СП ПараГраф. 1990.

[Козлов, 1999] Козлов О.А. Развитие методической системы обучения информатике курсантов военно-учебных заведений Министерства обороны Российской Федерации. Дисс.... докт. пед. наук. – Серпухов. 1999.

[Роберт, 2009] Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты), 2-е издание, дополненное.– М.: ИИО РАО, 2009.

[Хайкин, 2008] Хайкин Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2008.

[Ширшов, 2002] Ширшов Е.В. Применение технологий искусственного интеллекта в учебном процессе вуза. Образовательные технологии для новой экономики: Сб. материалов международной конференции – М.: Изд-во МЭСИ, 2002. – с.340 – 348.

[Brusilovsky, 1993] Brusilovsky P. Student as user: Towards an adaptive interface for an intelligent learning environment. In Proceedings of World Conference on Artificial Intelligence and Education, AI-ED'93, 386-393. Charlottesville: AACE.

[Corbett, Anderson, 1992] Corbett A.T., Anderson J.R. Student modeling and mastery learning in a computer-based programming tutor. In Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS'92, 413-420. Berlin: Springer-Verlag

CONSTRUCTION OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS THE FORMATION OF AN INDIVIDUAL TRAJECTORY EXAMINE THE STUDENT SOME DOMAIN KNOWLEDGE ON THE BASIS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK THEORY OF ADAPTIVE RESONANCE

Kozlov O.A., Mikhailov J.F.

*Institution Of The Russian Academy Of Education
"Institute Of Informatization Of Education",
Moscow, Russia*

ole-kozlov@yandex.ru

mikhayurij@yandex.ru

The article describes the approach to the formation of an individual trajectory of study of the student of a certain domain of knowledge with the help of artificial neural network ART. Key words: vector of parameters for assessing the quality of mastering of knowledge, декартовое произведение векторов, a neural layer of comparison, a neural layer recognition, intelligent training system, module adaptation

INTRODUCTION

Topical from the point of view of personality-oriented education is the notion of individual trajectory of teaching and learning. The formation of the individual trajectory of study is a task with a lot of uncertain parameters, it is therefore proposed to her decision to apply artificial neural network.

Proposed scheme of the organization of the training process, with the use of artificial neural networks, built on the basis of the theory of adaptive resonance network (ART), describes the process of functioning of the system. The core of the proposed awareness training system, affecting the construction of the learning path, is the individual trajectory of study of the student of a certain domain of knowledge, which can be presented in the form of декартового произведение векторов. Introduction in structure of information learning system model of individual trajectory of study of the student of a certain domain of knowledge, which includes personal and professional qualities of the student, as

well as neural networks, which are classified by the trainees and define the next stage of learning path, allow you to individualize and differentiate the learning process.

MAIN PART

Individual trajectory of training reflects a unique way, by which the personality of the trainee should move to the objectives of the training. Choice of one of several tens and hundreds of possible learning paths generates the individual trajectory of study of the student of a certain subject area knowledge. One of the variants of solving this problem are neural network technologies.

Individual trajectory of study of the student of the some domain knowledge can be represented in the form of works vectors: vector of the requirements of the didactic units, vector states of the student, the student in the process of studying the didactic unit, vector elements pedagogical scenario pupil learning, vector of parameters for assessing the quality of mastering of knowledge didactic element of the trainees, vector of adaptation action (to adapt pedagogical scenario to the current state of the learner), vector management procedures the process of learning didactic element disciple, which was formed by means of ICT, vector management procedures (pu) means of ICT, which was formed by the student in the process of study of didactic element.

The integrated characteristics of the learner allocate rating of the student, the average time of solution to the problem, the assessment of the head of the section, the error on the sections with the frequency of their occurrence, as well as a number of others.

For the analysis of errors arising from the is database error of the learner, with the indication of the weight factor errors, filled the author of the course. When this task is divided into subtasks (to specify), and the appearing point of n-dimensional ball errors are analyzed system. This organization helps to avoid accidental coincidence user response with the right answer.

In the context of implementation of ICT on the basis of the achievements of nanotechnologies and nanoindustry (multi-core processors, нейропроцессоры) you can talk about paralleling processes in the information-communication of the subject environment, and as a consequence of this approach, the application of artificial neural networks in building information and communication of the subject environment and the construction of the school of information interaction on the basis of intelligent tutoring systems, the neural network model of the process of the study of education (training) of the object (domain) can be implemented on the architecture of artificial neural network ART - network adaptive resonance.

It consists of two layers of neurons: a layer of comparison and a layer of recognition. The input

parameters for assessing the quality of mastering of knowledge of didactic element student is compared with the image of the vector elements pedagogical scenario of a student learning didactic element, then an image of the VSO, memorized earlier. His decision to the network of ART expressed in the form of excitation of one of neurons распознающего layer. The degree of similarity (the criterion of similarity) is characterized teacher

For the formation of a pedagogical scenario of a student of the didactic unit collect the point of view of experts - what sets of indicators depending on the chosen strategy should be included in the model. Further there is a training network and the generation of training options depending on this or that strategy. The work of neural network consists in the transformation of the input vector in the output vector.

Such a transformation is weights of the network. The point of view of experts are the input data (vectors) for neural networks.

The formation of the individual trajectory of the students training on the basis of neural network consists of the following stages:

- selection of indicators;
- training of neural network on the basis of expert assessments;
- forming a model of the student in accordance with the strategy of training;
- monitoring of statistical data of the results of education.

Parameters of the renewed model of the learner are sent to the input of the neural network, which by analogy with the work of the human brain, can choose one of several hundred versions of the next stage of individual learning path.

Conclusion

Intellectual information system of organization of educational process on the basis of artificial neural networks allows you to create and manage individual trajectory of the student studied some domain knowledge, allows you to store, analyze and combine usually scattered, subjective opinions of experts with the help of neural networks.

In this article the method of intellectualization of individual trajectory of study of the student, based on the rectangular product of the vectors that describe the state and behavior of a student during the study of didactic unit module the knowledge that allows you to apply for the processing of these vectors artificial neural networks.

Intellectual information system is capable of forming individual trajectory of a student in accordance with the specifics of the individual indicators of a student, to evaluate the effectiveness of the work of the student as a whole.