



OSTIS-2016

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.822:514

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ЭМОЦИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Козлов О.А., Михайлов Ю.Ф.

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

ole-kozlov@yandex.ru

*ВА РВСН им. Петра Великого
(филиал в г. Серпухове), Россия*

mikhayurij@yandex.ru

В статье приводится описание подхода по формированию модели учета влияния эмоций на формирование индивидуальной траектории изучения студентом некоторой предметной области знаний с помощью искусственной нейронной сети.

Ключевые слова: эмоции, активные нейронные сети, вектор параметров оценки уровня эмоций, усвоения знаний дидактической единицы, интеллектуальная обучающая система.

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 оценки результатов ее решения применять искусственную нейронную сеть. Важной задачей в данном случае является правильный подход к каждому студенту, а также оценка степени понимания материала, заинтересованности в обсуждаемом вопросе студента. Для этого необходимо использование систем, позволяющих моделировать поведение субъектов образовательного процесса в зависимости от текущего состояния учебного процесса и эмоционального состояния студента. Модуль распознавания состояния студента на основе нейронной сети должен включать информацию о различных эмоциональных и психологических состояниях человека, их особенности, а также анализ систем и нейронной сети для распознавания образов. Для решения отмеченных проблем чрезвычайно полезным может быть продолжение и развитие компьютерного моделирования активных нейронных сетей.

1. Разработка модели учета влияния эмоций на формирование индивидуальной траектории обучения студента на основе нейросетевых технологий

Сложность современных технологических процессов, переход на ФГОС 3 поколения предъявляет повышенные требования к образовательным технологиям, и требуют адекватных изменений в сфере образования. В этой связи все более актуальными становятся технологии инновационного обучения, основанные на формировании индивидуальной траектории обучения студента.

Важной задачей в данном случае является правильный подход к каждому студенту, а также оценка степени понимания материала, заинтересованности в обсуждаемом вопросе студента.

Распознавание эмоционального состояния системы взаимодействия преподавателя и студента должно включать информацию о различных методиках и языках, позволяющих описывать и моделировать процесс взаимодействия параллельных систем: преподавателя и студента. Модуль распознавания состояния студента на основе нейронной сети должен включать информацию о различных эмоциональных и

психологических состояний человека, их особенности, а также анализ систем и нейронной сети для распознавания образов [Рабинович, Мюезинолу, 2010].

Мы рассматриваем эмоции как один из механизмов для мотивации обучения и планирования учебной деятельности, делая упор на обучении, как основе для организации поведения на занятии. Что касается мотивации, то надо иметь в виду, что мотивация базируется отчасти на инстинктивных процессах, а отчасти, является результатом обучения [Шамис, 2006].

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. Индивидуальная траектория изучения студента выражает цель обучения и содержит информацию о состоянии знаний обучаемого, его эмоциях.

Программа дисциплины строится по модульному принципу, разработанному и представленному в монографии доктора педагогических наук О. А. Козлова «Теоретико-методологические основы информационной подготовки курсантов военных учебных заведений» [Козлов, 2001].

В каждом модуле выделяются элементы знаний – дидактические единицы (ДЕ), представленные в учебной программе, устанавливаются структурные и семантические связи между элементами и разрабатываются семантические модели знаний для этих модулей. Связи между элементами знаний реализуются по гипертекстовой технологии, в виде ссылок. В качестве ссылки берется ключевое слово, терм, понятие, которое присутствует в структурно связанных между собой элементах знаний [Михайлов, 2001].

Влияние эмоций на студента проявляется в ситуации, когда студент должен осуществить переход от усвоения одной дидактической единицы к другой. Студент должен сменить сценарии предъявления и усвоения новых знаний. Сменить процесс усвоения, переключить процесс предъявления. Перейти от усвоения одной дидактической единицы к другой дидактической единице. Переключение процессов или смена дидактических единиц требует активизации гиперссылки, на что уходит определенное время $t_{\text{перекл}}$

Назовем это время в нормальной рабочей обстановке, в обстановке наличия мотивации к изучению, оптимальным временем переключения. В течение этого промежутка времени мы считаем, не происходит потеря знаниевой информации из сознания студента.

Однако, наличие эмоций в сознании студента, вносит изменения в мыслительный процесс. Студент, находясь во власти эмоций, отвлекается от процесса усвоения знаний, прерывает процесс

усвоения знаний. Он находится во власти эмоций, его сознание не воспринимает знаниевую информацию, и не активизирует гиперссылку. Возникает задержка во времени для переключения дидактических единиц. Временная задержка в процессе перехода от изучения, усвоения одной дидактической единицы к усвоению другой ДЕ.

Задержка во времени, ее числовое значение, величина отклонения от оптимального времени переключения сигнализирует о факте появления эмоций в сознании студента.

Временной интервал формирует величину входного вектора, который запускает ИНС формирования эмоционального состояния студента, и оценки этого состояния. Значение величины оценки эмоционального состояния вызывает процедуру управления характером предъявления содержания дидактических единиц.

Управление предполагает внедрение мультимедийного контента в содержание ДЕ [Роберт, 2009]. Использование релаксационных, расслабляющих сценариев урока и после этого, акцентирующих, мобилизационных сценариев.

Характер сценария определяется значением результата работы ИНС.

Мы считаем, что необходимо вывести студента из эмоционального плена, порабощения. Надо нейтрализовать эмоции, влияние эмоций на характер процесса усвоения знаний [Рабинович, Мюезинолу, 2010]. Погасить задержку во времени переключения сценариев предъявления содержания дидактических единиц. Возможные пути преодоления эмоций [<http://www.intuit.ru>]:

- предложить выбор фотографий,
- или цветных изображений,
- выбор музыкальных фрагментов,
- нарисовать геометрическую фигуру.

Варианты ответов формируют четырехэлементный входной вектор для нейронной сети. Предлагается сделать это с целью создания комфортного интерфейса для последующей работы, продолжения изучения учебного материала.

Предлагается применить активные ИНС А-сети для решения поставленной проблемы [Шамис, 2006]. Эти ИНС позволяют сформировать эмоциональную модель студента и вычислить величину эмоционального погружения студента - ЭМП. Эта величина увязана с временем задержки переключения сценария предъявления ДЕ - $t_{\text{задер}}$:

$$t_{\text{задер}} = t_{\text{перкл}} - t_{\text{оптим}} \quad (1)$$

Для активизации работы ИНС можно установить, что для четырех видов эмоций значения вариантов погружения следующие;

- Радость – 0.25.
- Грусть – 0.25.
- Безразличие – 0.25.
- Злость – 0.25.

В дальнейшем, в ходе экспериментальной настройки ИНС эти значения могут быть скорректированы.

Вариант модели учета влияния эмоций на формирование индивидуальной траектории обучения студента на основе нейросетевых технологий приведен на рисунке 1.

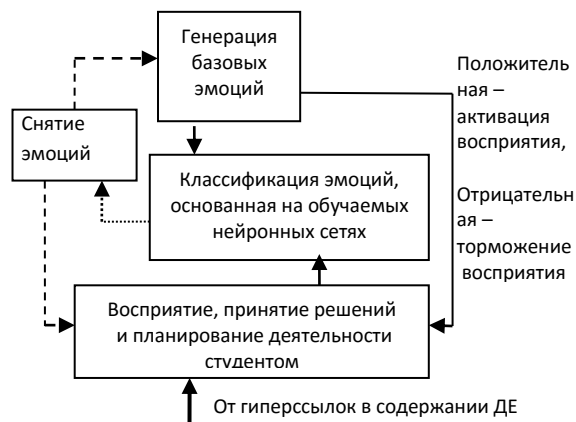


Рисунок 1 – Общая схема предлагаемой модели

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.

Модель активной нейронной сети строится, с использованием в ее архитектуре постоянной внутренней задачи, состоящей в необходимости непрерывного поддержания оптимальных функциональных состояний нейронов и требующей их постоянной активности. Внутренняя задача, во-первых, возникает как следствие отклонения от оптимума функциональных состояний не работающих (не возбуждающихся) нейронов за счет появления у студента эмоций. Решается эта задача, при групповом взаимовозбуждении нейронов, за счет того, что эмоции изменяются. Внутренняя задача возникает при постановке внешней задачи восприятия или поведения, сводящейся, в конечном счете, к внешнему возбуждению какой-то группы нейронов сети. Внешняя задача, в виде эмоций, нарушает режим общей равномерной оптимизации

и приводит к отклонению от оптимума функциональных состояний нейронов.

Решение задачи должно приводить к восстановлению режима оптимизации, что должно улучшать функциональное состояние нейронов сети. Таким образом, необходимость решения задачи не задается мозгу извне, а становится его внутренней целью. Направленные на оптимизацию состояния структурные перестройки нейронной сети должны состоять в образовании синергических взаимодействующих групп нейронов [Шамис, 2006]. Эти группы (ансамбли нейронов) становятся основой информационной нейронной модели проблемной среды.

Анализ литературы [Шамис, 2006], [Круглов, 2001], [Рутковская, 2006] позволил предложить для реализации схемы активной нейронной сети с возвратным торможением схему на основе классического трехслойного перцептрона. Так же, как в перцептроне, разделение пересекающихся на входном уровне информационных воздействий происходит на уровне групп нейронов первого слоя и связей, идущих к нейронам от сенсорных элементов. Принципиальное отличие - возвратное торможение и накапливающаяся неустойчивость нейронов, вызванное проявлением эмоций. Последнее лежит в основе обучения и свойства активности. В описанной трехслойной сети возможно запоминание и спонтанное воспроизведение временных последовательностей, т. е. возможны ассоциации по смежности во времени.

Для моделирования процедур возвратного торможения предлагается использовать искусственные нейроглиальные сети (ИНГС), в которых глиальные клетки являются такой же частью сети, как и нейроны [http://aideus.ru], что проиллюстрировано на приведенном ниже рисунке 2

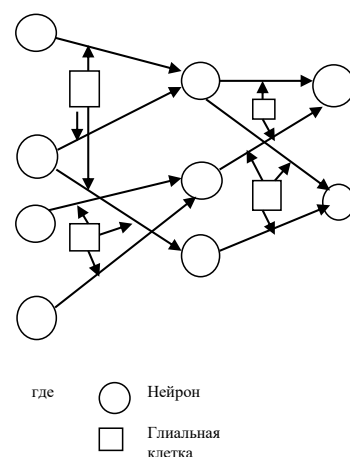


Рисунок 2 – Модель нейронной сети с торможением

Определенные типы глиальных клеток, астроциты, являются активными участниками диффузной передачи информации в мозге. Астроциты способны к генерации кальциевых

осцилляций и образуют сети посредством гап-контактов [Bezzi & Volterra, 2001]. Астроциты влияют на синаптические связи нейронов.

Сбалансированная работа синаптического возбуждения/торможения и нейромодуляторных систем лежит в основе передачи, обработки и сохранения информации в мозге, а также генерации ритмов мозга, которые являются своего рода тактовыми рабочими частотами его структур [Vinogradova, 2001]. Эти же механизмы лежат в основе формирования эмоциональной картины мозга.

Поток эмоциональной информации через глию приводит к модификации весов связей между нейронами, что приводит к ожидаемой блокировке обучения. В частности, с помощью введения специально подобранной системы глиальных клеток, в многослойный перцептрон, он может быть расширен таким образом, чтобы он обучался методом обратного распространения ошибки без всякого внешнего алгоритма.

Итак, прохождение сигнала через некоторые синапсы влияет не на активность нейронов, а на проводимость других синапсов. Это означает, что «веса связей» между нейронами могут меняться не только медленно в процессе обучения, но и динамически, под влиянием текущей информации эмоций.

От нейронов первого слоя на нейроны второго слоя образуются только возбуждающие связи. От глиальных клеток первого слоя на глиальные клетки второго слоя образуются только тормозящие связи. В физиологии подобные схемы взаимодействия нейронов называют структуры с возвратным торможением [Шамис, 2006].

В отсутствие эмоций тормозящая связь, идущая к нейрону первого слоя от элемента второго слоя, ничем не отличается от связей внутри первого слоя, и формируемый ею потенциал входит в алгебраическую сумму потенциалов нейрона, что соответствует стабильному процессу усвоения знаний. При наличии эмоций тормозящая связь, идущая к нейрону первого слоя от элемента второго слоя, полностью запрещает срабатывание нейрона на время уменьшения создаваемого ею тормозного потенциала до некоторой величины. Все это время происходит независимая суммация всех других создаваемых на нейроне потенциалов.

Эмоции и мышление это активные процессы, появляющиеся в результате изменений в организации и силе связей между различными центрами мозга непрерывно во времени, то есть динамический отклик мозга на информацию об окружающем и внутреннем мире. Динамические переменные описывающие динамику эмоций и когнитивных функций и их взаимодействие образуют совместное рабочее или фазовое пространство [Рабинович, Мюезинолу, 2010].

Исходя из этих соображений, математическую модель нейронной сети можно представить в виде нелинейной системы дифференциальных

уравнений, полученных на основе экспериментальных исследований биофизических процессов в нейронах и астроцитах (глиальных клетках).

Сети взаимодействующих клеток описываются многомерными системами дифференциальных уравнений [Прокин, Симонов, Казанцев, 2012]. Динамику межнейронных взаимодействий и астроцитов предлагается моделировать уравнениями Ли-Ринцеля. В качестве модели отдельного нейрона предлагается использовать модель Ходжкина-Хаксли [Hodgkin & Huxley, 1952].

Для моделирования предлагается использовать тщательно проверенные, задокументированные симуляторы нейронных сетей типа NEURON – симулятор [Прокин, Симонов, Казанцев, 2012].

Заключение

Интеллектуальная информационная система организации учебного процесса, на основе активной нейронной сети с возвратным торможением, позволяет учитывать влияние эмоций студента на формирование индивидуальной траектории изучения студентом, курсантом некоторой предметной области знаний. Сеть сохраняет, анализирует и объединяет результаты контроля эмоций, сформированные на основе учета частоты срабатывания гиперссылок. По результатам контроля формируется мультимедийный контент для содержания дидактических единиц модуля знаний, для нейтрализации эмоций.

В данной статье предложен метод контроля индивидуальной траектории изучения студентом некоторой предметной области знаний, с помощью активной нейронной сети с возвратным торможением, описывающих состояние и поведение студента во время изучения дидактической единицы модуля знаний.

Для моделирования такой сети предлагается математический аппарат на основе систем дифференциальных уравнений, модель нейрона Ходжкина-Хаксли и среда моделирования на основе симулятора нейронных сетей.

Библиографический список

- [Козлов, 1999] Козлов О.А. Развитие методической системы обучения информатике курсантов военно-учебных заведений Министерства обороны Российской Федерации. Дисс.... докт. пед. наук. – Серпухов. 1999.
- [Козлов, 2001] Козлов О.А. Теоретико-методологические основы информационной подготовки курсантов военно-учебных заведений. Монография. - М.: МО, 2001. – 328 с.
- [Круглов, 2001] Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001.
- [Михайлов, 2001] Михайлов Ю.Ф. Технология информационной подготовки курсантов в условиях моделирования экстремальных ситуаций профессиональной деятельности. Дисс.... канд. пед. наук. – Москва. 2001.
- [Прокин, Симонов, Казанцев, 2012] Прокин И.С., Симонов А.Ю., Казанцев В.Б. Математическое моделирование нейродинамических систем: Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 41 с.

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

[Рабинович, Мюезинолу, 2010] Нелинейная динамика мозга: эмоции и интеллектуальная деятельность — М.: Успехи физических наук. Обзоры актуальных проблем. Т. 180, №4, апрель 2010.

[Рутковская, 2006] Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы //Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; пер. с польск. И.Д. Рудинского - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 452с.: ил.

[Шамис, 2006] Пути моделирования мышления. Активные синергетические сети, мышление и творчество, формальные модели поведения и «распознавания с пониманием».— М.: КомКнига, 2006. — 336 с.

[Bezzi & Volterra, 2001] Bezzi P., Volterra A. A neuron-glia signalling network in the active brain // Curr Opin Neurobiol. 2001. V.11. № 3. P. 387-394.

[Hodgkin & Huxley, 1952] Hodgkin A. L., Huxley A. F. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in a nerve // Journal of Physiology (London). 1952. V.117, P. 500-544.

[Vinogradova, 2001] Vinogradova O.S. Hippocampus as comparator: role of the two input and two output systems of the hippocampus in selection and registration of information // Hippocampus. 2001. V.11. №5. P. 578-598.

[http://www.intuit.ru/studies/professional_skill_improvement/s/1598/courses/423/lecture/9637] Активные нейронные модели (А-сети).

[<http://aideus.ru>] AIDEUS — Сильный Искусственный Интеллект.

DEVELOPMENT OF A MODEL CONSIDERING THE INFLUENCE OF EMOTIONS ON THE FORMATION OF INDIVIDUAL TRAJECTORY OF STUDENT LEARNING BASED ON NEURAL NETWORK TECHNOLOGY

Kozlov O.A., Mikhailov J.F.

*Federal state budgetary scientific institution
"Institute of education management, Russian
Academy of education",
Moscow, Russia*

ole-kozlov@yandex.ru

*VA SRF them. Peter The Great Va strategic
missile forces Peter The Great(branch in
Serpukhov), Russia*

mikhayurij@yandex.ru

The article describes the approach to the formation of the assessment of individual trajectory of studying a certain subject area knowledge through a hybrid artificial neural network. Key words: the vector of the parameters of assessment of quality of learning, fuzzy neural networks, intelligent training system.

Introduction

Relevant from the point of view of learner-centered learning is the concept of an individual trajectory of teaching and learning. The formation of individual trajectory of learning is a task with many uncertain parameters, it is therefore proposed to assess the results of its decision to apply an artificial neural network. An important task in this case is the right approach to each student, and assess the degree of understanding of the material, the interest in the subject student. This

requires the use of systems that simulate the behavior of subjects of educational process depending on the current state of the educational process and emotional state of the student. The module recognition status of a student on the basis of neural networks should include information about various emotional and psychological States of the person, their characteristics, and analysis systems and neural networks for pattern recognition. To solve the above problems is extremely useful may be the continuation and development of computer modelling of the active neural networks.

Main Part

The complexity of modern technological processes, the transition to the GEF 3 generations imposes requirements on educational technology, and require adequate changes in education. In this regard, become more and more important technologies in innovative learning, based on the formation of individual trajectory of student learning.

An important task in this case is the right approach to each student, and assess the degree of understanding of the material, the interest in the subject student.

Recognition of the emotional state of the system of interaction between the teacher and the student should include information about the various techniques and languages that allow to describe and model the process of interaction of parallel systems: the teacher and the student.

We consider emotions as a mechanism for motivating learning and planning of learning activities, focusing on learning as the basis for the organization of behavior in class.

The influence of emotions on students is manifested in a situation where the student must make the transition from didactic learning one unit to another. The student must change scenarios presentation and assimilation of new knowledge.

However, the presence of emotions in the mind of the student, makes changes in the thought process. The student, being at the mercy of emotions, distracted from the learning process, interrupts the learning process. It is in the power of emotions, his consciousness does not perceive knowledge, information, and activates a hyperlink.

The time interval that forms the value of the input vector, which launches in the formation of the emotional state of the student, and evaluation of this condition. The value assessment of the emotional state causes the control nature of the presentation of the content of didactic units.

Control involves the introduction of multimedia content in the content DE. It is necessary to neutralize emotions, the influence of emotions on the nature of the learning process [Rabinovich, Muezzinoglu, 2010].

It is proposed to use active tools A networks to solve problems [Shamis, 2006]. These tools allow you to form an emotional student model and to calculate the value of the emotional immersion of the student. This value is linked to the delay time switching scenario presentation.

Option model considering the influence of emotions on the formation of individual trajectory of student learning based on neural network technology is shown in figure 1.

The model of active neural network is constructed using the architecture in its ongoing internal challenges, consisting in the need to continuously maintain optimal functional States of neurons and require their constant activity. An internal challenge, first, occurs as a result of the deviation from the optimum functional status is not working (not excited) neuron due to the occurrence of student emotions. This task is solved, for group *vzaimootnosheniio*, due to the fact that emotions change. Internal problem arises when setting the external task of perception or behavior, reducing, ultimately, to external excitation of a group of neurons in the network. External task, in the form of emotions that disturbs the regime of the General uniform optimization leads to deviations from the optimum functional States of neurons.

The analysis of the literature [Shamis, 2006], [Kruglov, 2001], [Rutkowski, 2006] allowed us to propose for the implementation of the scheme of active neuronal network with recurrent inhibition scheme on the basis of the classical three-layer perceptron.

For modelling procedures pre-synaptic inhibition is proposed to use artificial neuroglial networks (INGS), in which glial cells are as much a part of the network, as the neurons [<http://aideus.ru>], that is illustrated in the following figure 2.

Certain types of glial cells, the astrocytes, are active participants in the diffuse transmission of information in the brain. Astrocytes are capable of generating calcium oscillations and form networks through gap contacts [Bezzi & Volterra, 2001]. Astrocytes affect synaptic communication of neurons.

Balanced work synaptic excitation/inhibition, and neuromodulatory systems is the basis for the transfer, processing and saving information in the brain, as well as the generation of brain rhythms, which are a kind of clock operating frequencies of structures [Vinogradova, 2001]. These same mechanisms underlying the formation of emotional brain patterns.

The flow of emotional information through glia leads to modifications of the weights of links between neurons, which leads to the expected lock training. In particular, by introducing a specially selected system of glial cells, in multilayer perceptron, it can be extended so that it is studied by the method of back propagation without any external algorithm.

Thus, the signal flow through some synapses does not affect the activity of neurons and conduction of other synapses. This means that the "weight of contacts" between neurons can vary not only slow in learning, but also dynamically, under the influence of current information emotion.

Of neurons in first layer neurons in second layer are formed only excitatory connections. Glial cells from the first layer to the glial cells of the second layer are formed only inhibitory connections. In physiology such scheme of interaction of structures called neurons with

recurrent inhibition [Shamis, 2006].

The lack of emotion hindering relationship, going to the neuron of the first layer from the second layer element, does not differ from bonds within the first layer, and formed it potential is included in the algebraic sum of the potentials of a neuron, which corresponds to a stable learning process. In the presence of emotion hindering relationship, coming to the neuron from the first layer element in the second layer, completely prohibits the firing of a neuron at the time it is created reduce the brake capacity to a certain value. All this time there is an independent summation of all other created on the neuron potential.

Emotions and thinking are active processes that appear as a result of changes in the organization of and power relations between the different centers of the brain continuously in time, i.e. the dynamic response of the brain to information about the environment and inner world. Dynamic variables describing the dynamics of emotions and cognitive functions and their interactions form a joint working or the phase space [Rabinovich, Muezzinoglu, 2010].

Based on these considerations, a mathematical model of a neural network can be represented as a nonlinear system of differential equations obtained on the basis of experimental studies of biophysical processes in neurons and astrocytes (glial cells).

Network of interacting cells are described by multidimensional systems of differential equations [Prokin, Simonov, Kazantsev, 2012]. Dynamics of neuronal interactions and astrocytes is proposed to model the equations of the Lee-Rencenes. As a model a single neuron, it is proposed to use the model of Hodgkin-Huxley [Hodgkin & Huxley, 1952].

For modeling it is proposed to use a carefully tested, documented simulation-type neural network NEURON simulator [Prokin, Simonov, Kazantsev, 2012]

Conclusion

Intelligent information system of educational process organization, on the basis of active neuronal network with recurrent inhibition that takes into account the impact of student emotions on the formation of individual trajectory of studying, a student of some subject area knowledge. Network maintains, analyzes and combines the results of control of emotions, formed on the basis of the response frequency of the hyperlinks. The evaluation of results is generated multimedia content to the contents of didactic units of knowledge module, to neutralize emotions.

This article proposes a new method of control of an individual trajectory of studying some subject area knowledge through active neural networks with recurrent inhibition, describing the state and behavior of the student during the study of the didactic units of the module of knowledge.

To simulate such a network we propose a mathematical model based on systems of differential equations, the model neuron of Hodgkin-Huxley and simulation environment based on the simulation of neural networks.