

**В.И. Терехов**

(Военный учебный научный центр Сухопутных войск "Общевойсковая академия Вооружённых сил Российской Федерации"; e-mail: kurd177777@gmail.com)

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРИНЯТОГО РЕШЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Решение задачи выбора и оценки варианта решения предлагается осуществить с помощью нейросетевого метода, относящегося к новому научному направлению – вычислительному интеллекту. Разработаны универсальный нейросетевой модуль для работы с графическим классом задач выбора варианта решения; методика анализа и оценки визуальной части решения; программа-макет реализующая методику анализа и оценки визуальной части решения.*

*Ключевые слова: должностные лица органов управления, трудноформализуемая задача, вычислительный интеллект, искусственная нейронная сеть, универсальный нейросетевой модуль, методика анализа и оценки визуальной части решения.*

**V.I. Terehov**

## **METHOD OF ASSESSMENT IN THE PREPARATION OF DECISION OFFICERS OF ADMINISTRATION OF VARIOUS LEVELS USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGY**

*Solution to the problem of choice and evaluation of solution options are proposed with using method neural network is related to a new scientific direction – soft computing. Developed: a universal neural network module for the graphical class of problems solutions; method of analysis and evaluation of the visual part of the solution, implementing a program-model method of analysis and evaluation of the visual part of the solution.*

*Key words: officials of governing bodies, hard forming problem, soft computing, artificial neural network, universal neural network module, the method of analysis and evaluation of the visual part of the solution.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 8 апреля 2011 г.

Появление в повседневной практике **должностных лиц органов управления (ДЛ ОУ)** большого количества компьютеров, стремительный рост их функциональных возможностей и характеристик, развитие техники передачи информации, возникновение новых способов обработки, представления и визуализации информации приводят к пересмотру многих традиционно сложившихся понятий и представлений как в области управления в целом, так и в части, касающейся принятия решений.

В сложившихся условиях как никогда остро встает проблема индивидуального обучения ДЛ ОУ всех уровней принятию рациональных решений.

Сложность индивидуального обучения ДЛ ОУ всех уровней обусловлена, прежде всего, тем, что принятие рационального решения является трудноформализуемой задачей, которая не может быть задана в численной форме, её цели не

могут быть выражены в терминах точно определённой целевой функции, её алгоритмического решения либо не существует, либо его нельзя применить в силу ограниченности имеющихся вычислительных ресурсов.

К настоящему времени рассмотрены и обоснованы различные подходы, методы, модели и алгоритмы, применяемые при индивидуальном обучении ДЛ ОУ принятию решения с использованием различных технологий. Однако применить их напрямую и комплексно, в большинстве случаев, не представляется возможным, так как они либо не могут, либо требуют значительных временных затрат на анализ и оценку визуальной части варианта решения, разработанного обучаемыми ДЛ ОУ на *электронной карте местности (ЭКМ)*.

Известно, что решение ДЛ ОУ, в большинстве случаев, состоит из графической части – карты и пояснительной записки – текстуальной и расчётной части, которые предназначены для обоснования графической части решения. При этом графическая (визуальная) часть решения считается основной и наиболее трудоёмкой, анализ и оценка рациональности которой является трудноформализуемой задачей, практически не решаемой традиционными аналитическими методами.

Однако для решения задачи анализа и оценки визуальной части решения, разработанного ДЛ ОУ, можно предложить один из методов быстро развивающегося научного направления – вычислительного интеллекта.

Вычислительный интеллект (в зарубежной литературе – Soft Computing) на сегодня – это научное направление, где решаются задачи искусственного интеллекта на основе новых нетрадиционных методов вычислений. Под технологией *вычислительного интеллекта (ВИ)* понимают совокупность нетрадиционных методов вычислений и средств обработки знаний, документооборота, методов выработки и выбора альтернативных вариантов решений, объединённых в целостную технологическую систему для принятия и доведения решений до исполнителей.

В настоящее время принято считать, что основа ВИ состоит из следующих основных методов:

- нейросетевых – использующих обучение, адаптацию, классификацию, системное моделирование и идентификацию систем на основе исходных данных;
- нечеткой логики – основанных на теории нечетких множеств и обеспечивающей эффективные средства математического отражения неопределённости и нечеткости исходной информации, позволяющие построить модель, адекватную исследуемой предметной области;
- генетических – использующих синтез, настройку и оптимизацию исследуемых систем с помощью специальным образом организованного случайного поиска и эволюционного моделирования.

Методом, наиболее полно учитывающим особенности решения задачи анализа и оценки визуальной части решения, является нейросетевой. Основа нейросетевого метода – это *искусственная нейронная сеть (ИНС)*, которая представляет собой совокупность нейроподобных элементов (нейронов), опреде-

лёмным образом соединённых друг с другом и с внешней средой. Входной вектор (входная информация) подается на сеть путем активации входных нейронов. На выходе получают множество выходных сигналов нейронов сети. В процессе функционирования ИНС осуществляется преобразование входного вектора в выходной. Конкретный вид выполняемого ИНС преобразования информации обуславливается не только характеристиками составляющих элементов, но и особенностями её архитектуры.

Существующие типы ИНС обладают следующими общими чертами.

Во-первых, основу каждой ИНС составляют относительно простые, в большинстве случаев – однотипные, элементы, имитирующие работу нейронов мозга. Каждый нейрон характеризуется своим текущим состоянием и обладает группой однонаправленных входных связей (синапсов), соединённых с выходами других нейронов, а также имеет выход (аксон), с которого сигнал поступает на входы следующих нейронов.

Во-вторых – принцип параллельной обработки сигналов, который достигается путем объединения большого числа нейронов в слои и соединения определенным образом нейронов различных слоев, а также нейронов одного слоя между собой, причем обработка взаимодействия всех нейронов ведется по-слоино.

Теоретически число слоев и число нейронов в каждом слое может быть произвольным, однако фактически оно ограничено ресурсами компьютера, на котором реализуется ИНС. Чем она сложнее, тем сложнее и масштабнее задачи, решаемые ею.

Выбор структуры ИНС осуществляется в соответствии с особенностями и сложностью решаемой задачи. Для решения некоторых отдельных типов задач уже существуют оптимальные структуры ИНС, описанные в специализированной литературе [1-7].

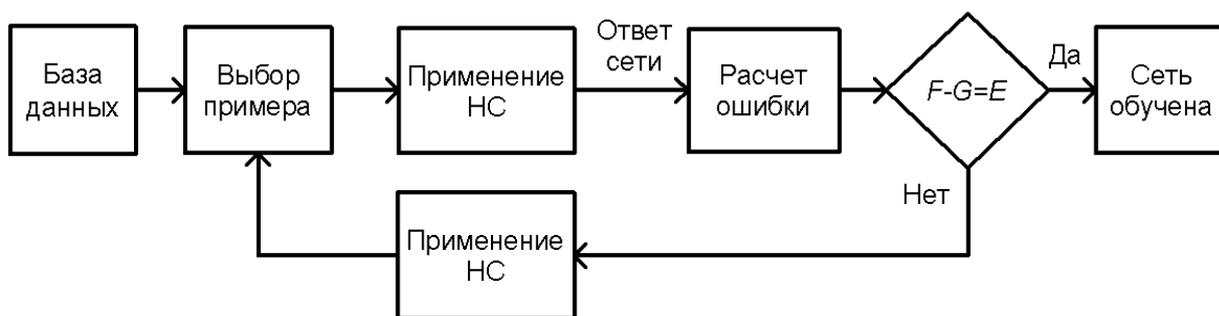
Процесс функционирования ИНС зависит от величин синаптических связей, поэтому, задавшись определенной структурой ИНС, отвечающей какой-либо задаче, необходимо найти оптимальные значения всех переменных весовых коэффициентов. Этот этап называется обучением, и от того, насколько качественно он выполнен, зависит способность сети решать поставленные перед ней задачи во время работы. Математически процесс обучения можно описать следующим образом.

В процессе функционирования ИНС формирует выходной сигнал  $Y$  в соответствии с входным сигналом  $X$ , реализуя некоторую функцию  $Y = G(X)$ . Если архитектура сети задана, то вид функции  $G$  определяется значениями синаптических весов и входов сети.

Пусть решением некоторой задачи является функция  $Y = F(X)$ , заданная парами входных – выходных данных  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_N, Y_N)$ , для которых

$$Y_k = F(X_k), \quad \text{где } k = \overline{1, N}.$$

Обучение состоит в поиске (синтезе) функции  $G$ , близкой к  $F$  в смысле некоторой функции ошибки  $E$  (рис. 1).



**Рис. 1.** Процесс обучения нейронной сети

Анализ существующих и описанных в литературе типов ИНС [1-7] позволяет последовательно выбрать для решения поставленной задачи следующие сети:

- по типу входной информации наиболее подходят двоичные ИНС, которые оперируют информацией, представленной в бинарном виде, что значительно сокращает время работы сети при переводе обрабатываемых данных во внутреннее представление данных компьютера;

- по характеру обучения – ИНС без учителя. Такая ИНС обучается на библиотечных визуальных образах – вариантах решений до того, как на её вход поступает визуальный образ, сформированный ДЛ ОУ в процессе решения поставленной задачи;

- по характеру настройки синапсов – ИНС со статическими связями, что дает возможность рассчитать весовые коэффициенты синапсов только однажды, перед началом функционирования сети, на основе информации об обрабатываемых данных и, вследствие этого, резко сократить объём используемой оперативной памяти компьютера;

- по методу обучения – ИНС с конкурентным обучением. В результате работы обученной таким методом ИНС будет активирован только один её выход, ассоциированный с одним из библиотечных визуальных образов и максимально соответствующий образу, поданному на вход. Такой метод обучения позволяет значительно уменьшить затраты на используемую оперативную память компьютера и объём производимых вычислений;

- по характеру связей – релаксационные с единичной обратной связью, в которых циркуляция информации происходит до тех пор, пока не перестает изменяться выходное значение и ИНС переходит в состояние равновесия. Такие ИНС реализуют ассоциативную память, то есть входной визуальный образ может быть исправлен и приписан заранее известному классу визуальных образов – библиотечных эталонов, но не может быть ассоциирован с новым классом визуальных образов;

- по архитектуре – ИНС Хемминга, в которой увеличение числа и сложности классифицируемых визуальных образов ограничивается только объёмом оперативной памяти компьютера, обладающей одним из самых простых и быстрых алгоритмов обучения [1-5].

Приведенный выше анализ типов ИНС показывает, что для решения поставленной задачи наиболее подходит ИНС Хемминга, представляющая собой разновидность многослойных релаксационных сетей с отрицательными фиксированными связями между отдельными слоями. Более того, ИНС Хемминга работает с информацией, представленной в бинарном виде, обучается без учителя на основе конкурентного обучения и реализуют функции ассоциативной памяти.

В основе функционирования релаксационных ИНС, характеризующихся прямым и обратным распространением информации между слоями, лежит интегративный принцип работы, который заключается в том, что на каждом шаге происходит обработка данных, полученных на предыдущем шаге. Такая циркуляция информации продолжается до тех пор, пока не установится состояние равновесия, при котором состояния нейронов перестают изменяться и характеризуются стационарными значениями. В такой сети весовые коэффициенты и пороговые значения нейронов определяются исходя из условий задачи. Поэтому ИНС Хемминга характеризуется малым количеством производимых вычислений и малым объёмом используемой оперативной памяти компьютера (рис. 2).

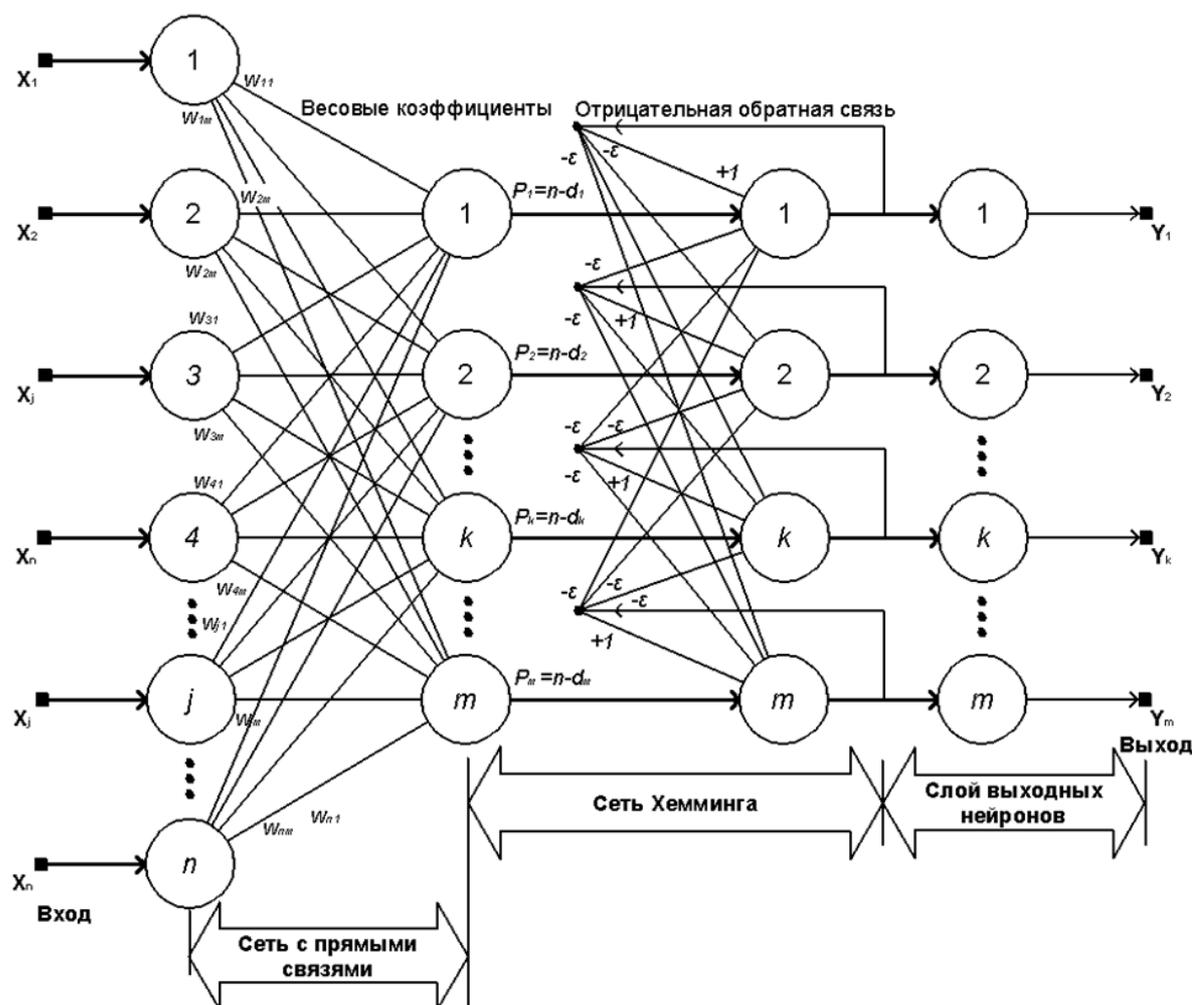


Рис. 2. Структура искусственной нейронной сети Хемминга

Идея работы ИНС Хемминга состоит в нахождении эталона (библиотечного визуального образа) с минимальным расстоянием Хемминга (числа отличающихся значений в двух сравниваемых визуальных образах, представленных в виде бинарных векторов) до входного визуального образа (варианта решения задачи, сформированного ДЛ ОУ на ЭКМ), с активизацией только одного выхода сети, соответствующего этому эталону [1-5].

Исходя из этого, методику анализа и оценки визуальной части решения, разработанного ДЛ ОУ на основе ИНС, можно представить следующим образом.

Разрабатываемая методика должна состоять из двух частей.

Первая часть должна служить средством разработки материалов для формирования умений (навыков) по учебным дисциплинам и состоять из библиотеки, включающей  $N$  визуальных образов – различных вариантов решений на электронной карте местности, в соответствии с поставленной задачей и исходной обстановкой. Предполагается, что варианты решений (визуальные образы) должны разрабатывать либо опытные преподаватели соответствующей дисциплины, либо эксперты-аналитики, при этом каждый из разработанных вариантов, априори, считается рациональным и оценивается на оценку – отлично.

Вторая часть методики должна служить средством разработки методических материалов для проведения контроля (самоконтроля) умений (навыков) и позволять с помощью ИНС определять библиотечный визуальный образ (вариант решения), максимально соответствующий варианту, разработанному ДЛ ОУ в соответствии с поставленной задачей и исходной обстановкой. После этого ИНС численно (на основе критерия – расстояние Хемминга) оценивает различия между библиотечным визуальным образом и вариантом, разработанным ДЛ ОУ, и представляет их в виде оценки в соответствии с принятой преподавателем или экспертом-аналитиком критериальной шкалой. После того как ИНС определила библиотечный визуальный образ, максимально похожий на вариант, разработанный ДЛ ОУ, между ними находится расстояние Хемминга ( $X_g$ ) в процентах, относительно размерности разработанного визуального образа ( $n \times m$ ), в соответствии с которым и выставляется та или иная оценка.

Необходимо отметить, что критерии оценки разработанной графической части решения ДЛ ОУ можно построить на основе хорошо известного в квалиметрии способа сведения абсолютных показателей в относительные с помощью функции предпочтительности (желательности) Харрингтона. При построении этой функции натуральные значения характеристик преобразуются в безразмерную шкалу предпочтительности.

Для получения шкалы предпочтительности удобно пользоваться готовой таблицей соответствия между отношениями предпочтения в эмпирической и числовой системах (табл. 1).

Стандартные отметки на шкале предпочтительности

Предпочтительность	Отметки на шкале предпочтительности
"Очень хорошо"	1,00-0,80
"Хорошо"	0,80-0,63
"Удовлетворительно"	0,63-0,37
"Плохо"	0,37-0,20
"Очень плохо"	0,20-0,00

Значения, представленные в табл. 1 соответствуют точкам кривой, которая задаётся уравнением Харрингтона  $\hat{E} = \exp[-\exp(-x)]$  (рис. 3).

Так, например, если  $0 < X_g \leq 20$ , ставится оценка – отлично, если  $20 < X_g \leq 37$ , ставится оценка – хорошо, если  $37 < X_g \leq 63$ , ставится оценка – удовлетворительно, если иначе, ставится оценка – неудовлетворительно.

На оси ординат нанесены значения предпочтительности, изменяющиеся от 0 до 1. По оси абсцисс указаны значения отклика, записанные в условном масштабе. За начало отсчёта 0 по этой оси выбрано значение, соответствующее желательности 0,37. Выбор именно этой точки связан с тем, что она является точкой перегиба кривой, что в свою очередь создаёт определённые удобства при дальнейших вычислениях.

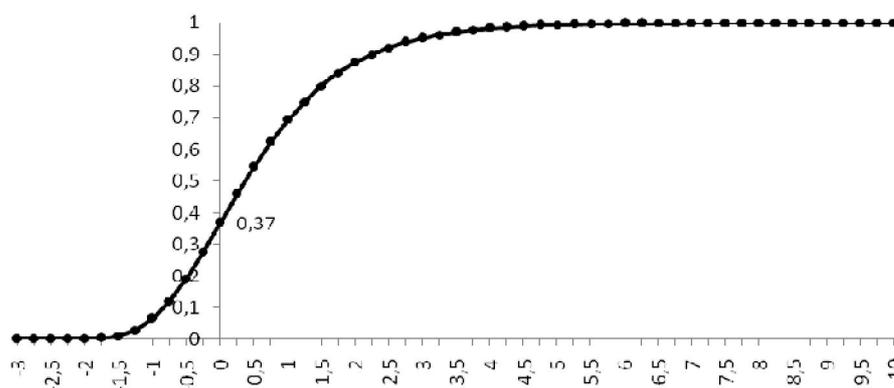


Рис. 3. Функция предпочтительности Харрингтона

Для решения задачи выбора и оценки варианта решения ДЛ ОУ были разработаны:

- универсальный нейросетевой модуль для работы с графическим классом задач выбора варианта решения (рис. 4);
- методика анализа и оценки визуальной части решения, разработанного ДЛ ОУ, на основе ИНС (рис. 5);
- программа-макет на Visual Basic for Application, реализующая методику анализа и оценки визуальной части решения, разработанного ДЛ ОУ на основе ИНС, в среде MS Excel.

Разработка универсального нейросетевого модуля для работы с графическим классом задач выбора варианта решения обусловлена тем, что такой модуль можно включить в *гибридные интеллектуальные системы (ГиИС)* для решения различных задач классификации. Идея создания ГиИС состоит в объединении

различных методов (аналитических, эмпирических, искусственного интеллекта и др.) для получения синергетического эффекта усиления положительных и уменьшения отрицательных свойств каждого из используемых методов.

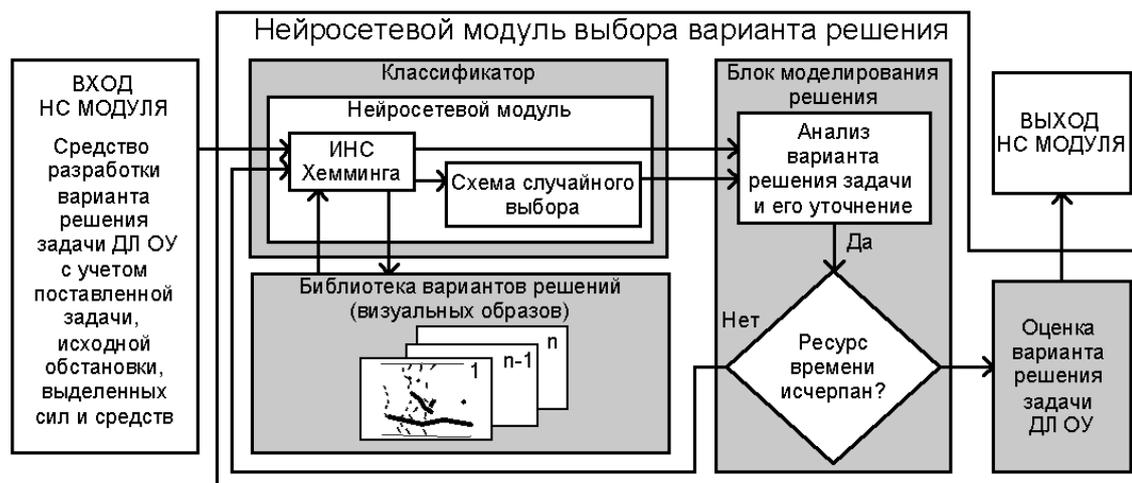


Рис. 4. Структура универсального нейросетевого модуля выбора варианта решения

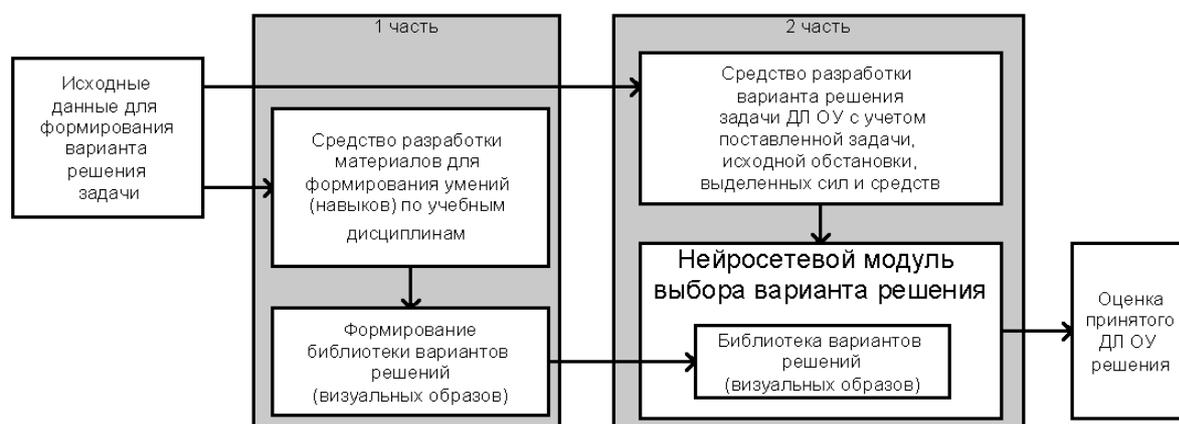


Рис. 5. Методика анализа и оценки визуальной части решения, разработанного ДЛ ОУ на основе ИНС

Работа с программой-макетом на реальных исходных данных (анализ и оценка вариантов решений ДЛ ОУ различных уровней) подтвердила принципиальную возможность автоматизации процесса анализа и оценки варианта решения, разработанного ДЛ ОУ различных уровней, с экономией до 25-30 % выделяемого времени.

#### Литература

1. *Hopfield J.* Neural Networks and physical systems with emergent collective computational abilities // Proceeding of the National Academy of Sciences USA, 1982. P.p. 254-258.
2. *Уоссермен Ф.* Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика: Пер. с англ. М.: Мир, 1992.
3. *Тэнк Д., Хопфилд Д.* Коллективные вычисления в нейроподобных электронных схемах // В мире науки, 1988, № 2. С. 25-37.
4. *Тарков М.С.* Нейрокомпьютерные системы: Учебное пособие. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 140 с.
5. *Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. Пер. с англ. М.: Изд. дом "Вильямс", 2006. 1104 с.