



DOI 10.37539/2949-1991.2023.5.5.013

УДК 005.92:004

Белобородова Наталья Андреевна,

к.экон.н., доцент, Ухтинский государственный
технический университет, г.Ухта

Аглиулина Ольга Васильевна, студентка,

Ухтинский государственный технический университет, г.Ухта

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНИК С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация: В статье представлены результаты исследования по проблеме создания интеллектуальных средств обучения. Разработана технология электронного учебника со встроенной системой тестирования знаний студентов на основе искусственной нейронной сети Кохонена.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть Кохонена, электронный учебник, система тестирования

Статья посвящена исследованию проблемы разработки и внедрения информационных технологий на основе искусственного интеллекта в образовании, в частности, рассматриваются вопросы разработки, внедрения и использования информационных технологий с элементами искусственного интеллекта в учебном процессе.

Актуальность данного исследования обусловлена основными положениями Национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации» и Федерального проекта «Искусственный интеллект» Национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации»,



предусматривающих в том числе, развитие и внедрение искусственного интеллекта (далее ИИ) в отраслях экономики, социальной сфере, образовании, государственном управлении.

Целью исследования является изучение и анализ особенностей методов искусственного интеллекта для использования их в учебном процессе.

Рассмотрим основные характеристики *образовательной информационной технологии с элементами искусственного интеллекта* на примере электронного учебного пособия (далее ЭУП) «Документирование информационной безопасности и защиты информации», автор Белобородова Н.А.

Анализ представленных в сети Интернет электронных образовательных ресурсов и электронных учебников/учебных пособий позволил определить, какие программно-технические инструменты информационных технологий наиболее часто используются для создания ЭУП.

Результаты анализа показали, что большая часть электронных учебных пособий реализуется на основе гипертекста.

Гипертекст как технология вначале создавалась для верстки сайтов, но его(гипертекста) возможности в настоящее время широко используются в управлении организацией на базе Интранет, также и для создания образовательных ресурсов, в том числе, ЭУП.

На рисунке 1 показана структура электронного учебного пособия «Документирование информационной безопасности и защиты информации». Электронное учебное пособие включает основные теоретические положения учебного курса, практические задания, систему тестирования на основе искусственной нейронной сети Кохонена; также в разделе дополнительные материалы и нормативные материалы организованы ссылки на различные Интернет-источники и вебинары. Учебные материалы учебного пособия переведены в Web-документы как показано на рисунке 2.



Рис.1. Структура электронного учебного пособия

Основное внимание в данном исследовании уделяется системе тестирования знаний студентов, встроенной в электронный учебник.

Система тестирования организована на основе искусственной нейронной сети Кохонена.

Сеть Кохонена использует неконтролируемое обучение (без учителя).

Обучающее множество состоит лишь из значений входных переменных. Сеть распознает кластеры в обучающих данных и распределяет данные по соответствующим кластерам. Если сеть встречается с набором данных, непохожим ни на один из известных образцов, она относит его к нового кластеру. Сеть Кохонена еще называют самоорганизованной картой, при этом элементы карты располагаются в некотором пространстве – как правило, двумерном. Сеть Кохонена обучается методом последовательных приближений, поэтому основной итерационный алгоритм Кохонена последовательно проходит ряд эпох. На каждой эпохе обрабатывается один обучающий пример. Входные сигналы (векторы действительных чисел) последовательно предъявляются сети, при этом желаемые выходные сигналы не определяются. После предъявления достаточного числа входных векторов, синаптические веса сети определяют кластеры. Веса организуются так, чтобы топологически близкие узлы были чувствительны к похожим входным сигналам.

Для реализации алгоритма необходимо определить меру соседства нейронов (окрестность

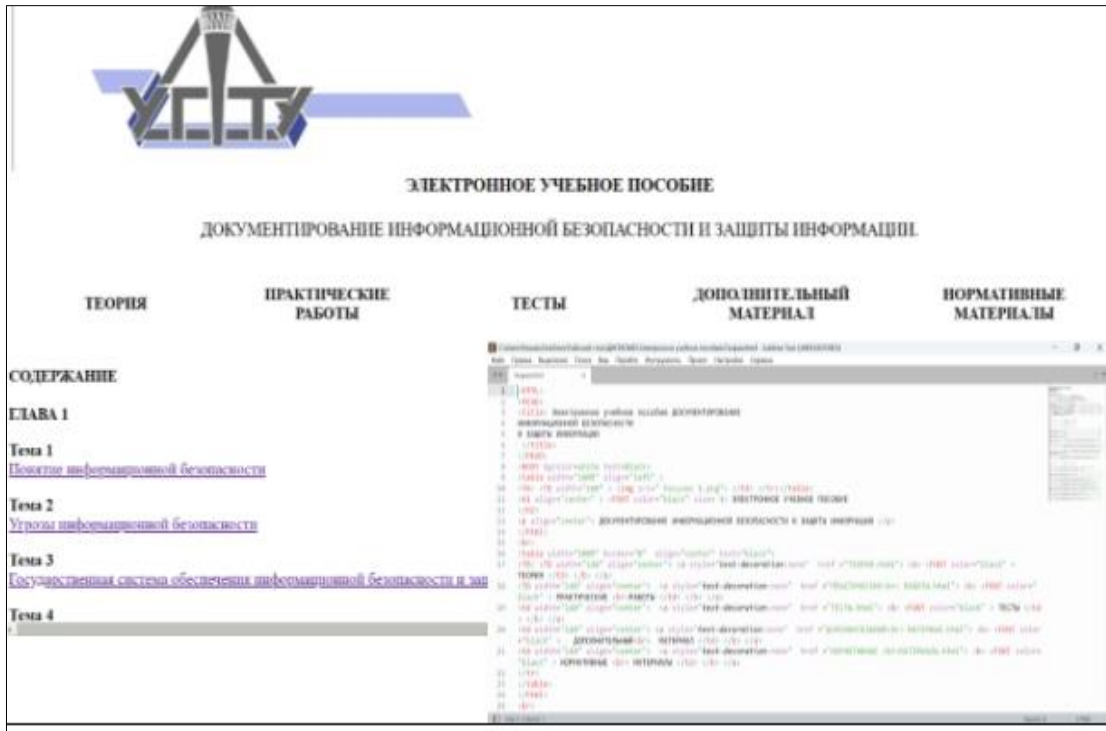


Рис.2. Web-документирование учебных материалов раздела «Теория» ЭУП с кодом Теория.html

Формирование карты Кохонена включает ряд этапов:

1. Инициализация сети. Весовым коэффициентам сети даются небольшие случайные значения. Общее число синаптических весов - $M \cdot N$.
2. Предъявление сети нового входного сигнала.
3. Вычисление расстояния до всех нейронов сети:

Расстояния d_j от входного сигнала до каждого нейрона j определяются по формуле (1):

$$d_j = \sum_{i=1}^N (x_i(t) \cdot w_{ij}(t))^2 \quad (1)$$

где x_i - i -ый элемент входного сигнала в момент времени t ; $w_{ij}(t)$ - вес связи от i -го элемента входного сигнала к нейрону j в момент времени t .

4. Выбор нейрона с наименьшим расстоянием:

Выбирается нейрон-победитель j^* , для которого расстояние d_j самое малое.

5. Настройка весов нейрона j^* и его соседей:



Производится настройка весов для нейрона j^* и всех нейронов из его окрестности NE. Новые значения весов рассчитываются по формуле 2:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + r(t) \cdot (x_i(t) - w_{ij}(t)) \quad (2)$$

где $r(t)$ - скорость обучения, которая уменьшается с течением времени (положительное число, меньше единицы).

6. Возвращение к шагу 2.

В алгоритме Кохонена используется коэффициент скорости обучения, который постепенно уменьшается для коррекции на новой эпохе. В результате центр устанавливается в определенной позиции, которая удовлетворительным образом кластеризует примеры, для которых данный нейрон является победителем.

В данной работе система тестирования включает два этапа:

1 этап. *Алгоритм предварительной оценки знаний студента (без учета ИНС Кохонена).*

2 этап. *Алгоритм оценки знаний студента с использованием ИНС Кохонена, который используется для уточнения полученной предварительной оценки в зависимости от сложности вопроса теста.*

Алгоритм предварительной оценки знаний студентов (без использования нейросети).

При ответе на каждый вопрос студенту присваивается определенное значение X_k в зависимости от выбора правильного или неправильного ответа. За каждый вопрос студент может получить от 0 до 1 балла. Следовательно, $0 \leq X_k \leq 1$.

Для получения 1 балла студент должен отметить только все правильные варианты ответов. Значение X_k рассчитывается по формуле 3:

$$X_k = \frac{\text{КВП}}{\text{ОКП}} / (\text{КВН} + 1) \quad (3)$$



где k – номер вопроса; КВП – количество выбранных правильных вариантов в вопросе; ОКП – общее количество правильных вариантов в вопросе; КВН – количество выбранных неправильных вариантов в вопросе.

После ответов на все вопросы теста студент получает предварительную оценку, которая рассчитывается по формуле 4:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N w_i} \quad (4)$$

где w_i – вес вопроса, x_k – значение вопроса для определенного студента; N – количество вопросов в тесте; R – результат вычислений.

При вычислении предварительной оценки считается, что $w_i = 1$, т.е. все вопросы в тесте имеют одинаковый вес (нет ни сложных вопросов, ни легких). Вес вопроса в тесте изменяется от $w_i = 0$ до $w_i = 1$. Следовательно, $0 \leq w_i \leq 1$.

Алгоритм оценки знаний студентов на основе нейронной сети Кохонена

Оценку с помощью нейронной сети Кохонена может быть просчитана только в том случае, когда пройдет тест вся группа студентов – идея вычисления такой оценки основана на правильном корректировании весов вопросов w_i .

Чтобы правильно скорректировать значения w_i , необходимо распределить вопросы по кластерам. Происходит это следующим образом.

Алгоритм Кохонена предполагает, что на вход нейронной сети необходимо подать входной вектор, а также заранее определить количество выходов. Количество выходов нейросети будет равно 4, так как оценка может принадлежать 4 группам: «оценка 2», «оценка 3», «оценка 4», «оценка 5». Выходы нейронной сети (далее – ИНС) также называют кластерами, кластеризуются, как правило, конечные результаты вычислений (выходы нейросети).

Допустим, на вход нейросети (алгоритма Кохонена) подается вектор K , принадлежащий определенному вопросу. На выходе получили 4 результата вычислений (рисунок 3).



Из полученных четырех значений необходимо выбрать максимальное, так как в соответствии с алгоритмом Кохонена происходит соревнование выходных нейронов. В итоге один из выходных нейронов становится победителем (рисунок 3), нейрон-победитель имеет значение 0,876655, он принадлежит третьему кластеру.

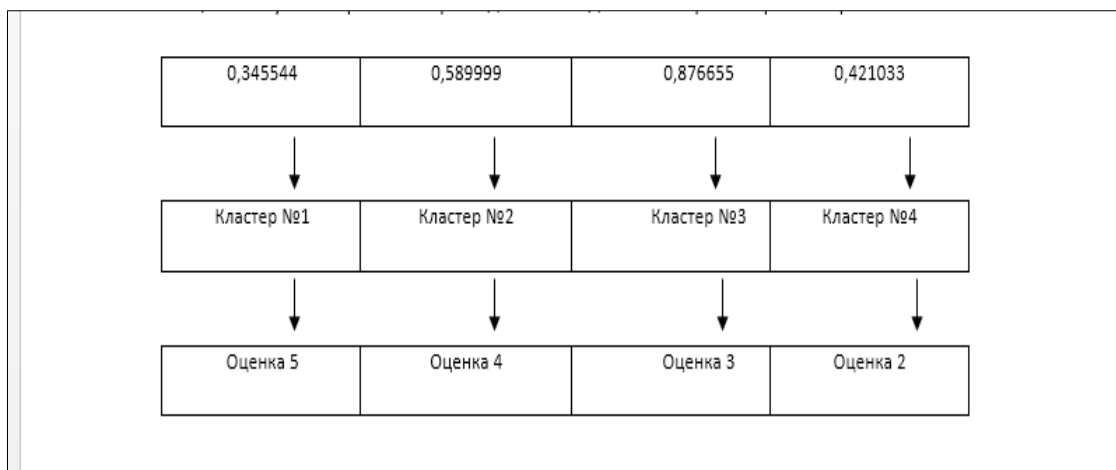


Рис.3. Результаты расчетов при подаче на вход ИНС вектора К (вопроса)

Следовательно, делаем вывод о том, что вопрос принадлежит третьему кластеру и тянет на оценку 3. Таким образом могут быть просчитаны все вектора вопросов; в итоге работы алгоритма Кохонена формируется т. н. «карта Кохонена».

На «карте Кохонена» отображают пределы кластеров, а также исходные данные, которые попали в тот или иной кластер в результате расчетов. Результаты анализа «карты Кохонена» представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты анализа «карты Кохонена»

Кластер	Оценка	Номера вопросов
Кластер 1	Оценка 5	7
Кластер 2	Оценка 4	4
Кластер 3	Оценка 3	6, 2
Кластер 4	Оценка 2	3, 10, 9, 1, 5, 8

Дальнейшие вычисления проходят с учетом скорректированных значений w_i для каждого кластера – в каждом кластере w_i статична и никогда не меняется.



Так как в кластерах на карте Кохонена находятся номера вопросов, то w_i автоматически корректируется для каждого вопроса.

Значения w_i для каждого кластера представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Значения w_i для кластеров на «карте Кохонена»

Кластер	w_i
Кластер 1	$w_i = 0.8$
Кластер 2	$w_i = 0.6$
Кластер 3	$w_i = 0.3$
Кластер 4	$w_i = 0.1$

Полученный результат вычислений R необходимо умножить на 100%. Таким образом, оценка, рассчитанная при помощи нейросети Кохонена, может принадлежать следующим пределам:

- ниже 55% - оценка «2»;
- от 56% до 79% - оценка «3»;
- от 80% до 89% - оценка «4»;
- от 90% до 100% - оценка «5».

Исходя из данных таблицы 1 можно сделать вывод, что вопрос с номером 8 оказался для группы студентов самым трудным.

Можно отметить, что поставленные в исследовании цели, достигнуты.

Список литературы:

1. Григорьев А. П. О применении нейронных сетей в тестировании знаний / А. П. Григорьев, В. Я. Мамаев, 2016
2. Зайцева Л.В. Модели и методы адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения // Educational Technology & Society. 2003. Т. 6, №3. С. 204–212.
3. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты / пер. 3-го англ. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 655 с.