

УДК 004.02; 004.588; 004.942; 378.1
DOI: [10.26102/2310-6018/2021.35.4.029](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.35.4.029)

Математическое моделирование системы оценки уровня усвоения обучающимися материала образовательного портала вуза с использованием технологии нейронных сетей

Т.И. Касаткина

*Воронежский государственный технический университет
Воронеж, Российская Федерация*

Резюме. В статье проведен анализ методик оценки эффективности образовательных порталов вузов. Среди рассмотренных методик были выделены следующие: оценка формального соответствия образовательных материалов нормативным документам; метод экспертных оценок; Веб-аналитический подход с применением SEO-аудита; комбинированный подход; метод информационно-семантических систем ISS и графический метод диаграмм Эйлера-Венна. В статье предложен подход к представлению структуры образовательного портала вуза в виде ориентированного графа. В качестве критерия эффективности организации образовательного портала вуза предложено использовать суммарное время нахождения обучающегося на каждой из страниц образовательного портала за один сеанс работы. При этом суммарное время представлено в виде функции последовательности просмотра страниц и времени просмотра каждой страницы. В статье предложен подход к определению качества подачи образовательной информации и эффективности обучения за счет оценки времени пребывания студентов на каждой из страниц образовательного портала. В статье предложено использование искусственной нейронной сети для обработки данных о времени пребывания студентов на образовательном портале. В качестве искусственной нейронной сети была выбрана прямонаправленная искусственная нейронная сеть с двумя скрытыми слоями. Предложенный в статье подход способен найти применение при организации как интерактивного обучения с применением средств информационных технологий, так и при дистанционном обучении.

Ключевые слова: математическая модель, нейронная сеть, нейрон, слой, образовательная дисциплина, образовательная организация, антиградиент целевой функции, граф, сигмоидальная функция, алгоритм.

Для цитирования: Касаткина Т.И. Математическое моделирование образовательного портала вуза на основе технологии нейронных сетей. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2021;9(4). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=952> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.35.4.029

Mathematical modeling of the system for assessing students' assimilation level of the university educational portal material using neural network technology

T.I. Kasatkina

*Voronezh State Technical University
Voronezh, Russian Federation*

Abstract: The article analyzes the methods of evaluating universities' educational portals effectiveness. Among the methods considered, the following were identified: assessment of the formal educational materials' compliance with regulatory documents; the method of expert assessments; a Web-analytical approach using SEO audit; a combined approach; the method of information and semantic systems ISS and the graphical method of Euler-Wien diagrams. The article offers an approach to the representation

of the university educational portal structure in the form of an oriented graph. As a criterion for the effectiveness of the university educational portal organization, it is proposed to use the total time spent by a student on each page of the educational portal for one session of work. In this case, the total time is represented as a function of the page views sequence and the viewing time for each page. The article puts forward an approach to determining the quality of educational information presentation and the effectiveness of training by evaluating the time spent by students on each page of the educational portal. The article suggests the application of an artificial neural network in processing data regarding the time of students' stay on the educational portal. A direct-directed artificial neural network with two hidden layers was chosen as an artificial neural network. The approach proposed in the article can be utilized in the organization of both interactive learning using information technology tools and distance learning.

Keywords: mathematical model, neural network, educational discipline, educational organization, graph, sigmoidal function, algorithm.

For citation: Kasatkina T.I. Mathematical modeling of the system for assessing students' assimilation level of the university educational portal material using network technology. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2021;9(4). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=952>
DOI: 10.26102/2310-6018/2021.35.4.029 (In Russ).

Введение

Функцией образовательных порталов является обеспечение комплексной поддержки информационных процессов и интерактивных сервисов в сфере образовательных услуг. Особенно актуальным является применение образовательных порталов для дистанционного обучения студентов. Образовательный портал обеспечивает взаимодействие участников образовательного процесса в online и offline режимах; организует доступ к информационным ресурсам; обеспечивает интерактивное представление учебно-методических материалов. В свою очередь актуальным является применение математического и имитационного моделирования в образовательном процессе высшей школы [1-4].

Для оценки эффективности образовательных ресурсов и порталов вузов могут быть применены разнообразные методики и подходы, каждый из которых характеризуется своими сильными и слабыми сторонами. Проведем анализ их достоинств и недостатков.

Одной из методик оценки эффективности образовательного портала является оценка степени формального соответствия образовательных материалов нормативным документам [5-6], к которым относятся рабочие программы дисциплин, учебные планы. Вследствие того, что внесение изменений в соответствующие документы, в зависимости от года набора обучающихся, является достаточно динамичным, то применение данной методики также требует постоянной модернизации, вместе с большим количеством мониторинговых процедур. Последнее приводит к трудностям реализации или полной невозможности автоматизации процесса получения данных, и сказывается на объективности результатов оценки образовательного портала. В качестве положительных сторон методики следует отметить то, что такой подход позволяет получить качественную картину и ее динамику. Однако такой подход дает возможность оценки только содержательной стороны обучения.

В качестве другой методики оценки эффективности образовательного портала вуза следует выделить метод экспертных оценок [7], позволяющий оценить содержание представленных учебных материалов, структуру сайта и удобство использования. При всей комплексности данного подхода, являющейся очевидным достоинством методики, к ее недостаткам стоит отнести высокую трудоемкость реализации и субъективность.

В качестве еще одной известной методики следует отметить Веб-аналитику, основанную на данных системы статистики посещений, а также SEO-аудите [6]. Одним

из примеров применения данной методики является определение параметра Impact, который рассчитывается на основе подсчета числа внешних ссылок на домен вуза с других сайтов и образовательных ресурсов. К достоинствам такой методики относится автоматизация и, как следствие, относительная быстрота получения результатов, а к недостаткам – отсутствие анализа содержимого, технологий и удобства пользования, а также из-за особенностей SEO-оптимизации - чувствительность к спамовой поисковой оптимизации.

Еще одним из числа методических подходов является комбинированный подход, используемый на образовательных порталах [8] и использующий дополнительные показатели качества содержания, оценивающих как информационное наполнение образовательного ресурса, так и структурирование, дизайн, удобство навигации и другие критерии. Недостатками комбинированного подхода также является трудоемкость исполнения и временные затраты на проведение анализа.

В то же время одним из методических подходов к оценке степени эффективности образовательного портала является использование информационно-семантических систем ISS [9] и графического метода диаграмм Эйлера-Венна [10]. При этом восприятие информации обучающимся определяется тезаурусами образовательного портала и обучающегося. На Рисунке 1 представлены диаграммы Эйлера-Венна без посредника. Показаны случаи полного, неполного и отсутствующего информирования между семантическими объектами.

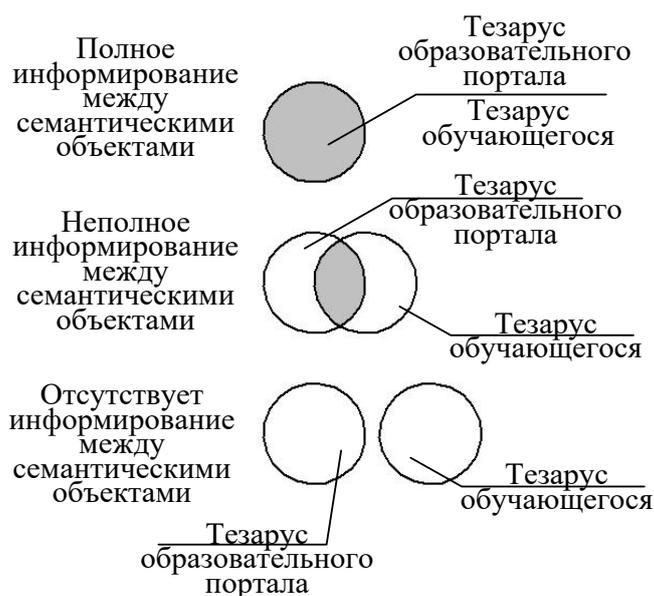


Рисунок 1- Диаграммы Эйлера-Венна без посредника
 Figure 1 - Euler-Venn diagrams without intermediaries

Диаграммы Эйлера-Венна с посредником приведены на Рисунке 2. Информирование между семантическими объектами в данном случае осуществляется через посредника.

Информирование между семантическими объектами осуществляется через посредника

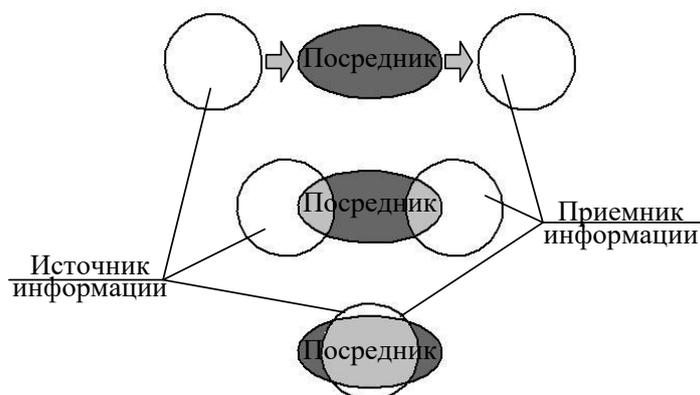


Рисунок 2 - Диаграммы Эйлера-Венна с посредником
Figure 2 - Euler-Venn diagrams with an intermediary

Целями использования при разработке образовательного портала и последующей оценки его эффективности ISS является использование возможностей упорядочивания структуры образовательного портала; обоснованное информационное наполнение страниц портала, возможностей разработки удобной и интуитивно понятной обучающемуся навигации. К недостаткам методики ISS и графических диаграмм Эйлера-Венна можно отнести трудоемкость реализации и обработки полученной информации.

Таким образом, на основании проведенного анализа методов оценки эффективности образовательных порталов вуза можно сделать следующие выводы:

1) использование в качестве метода оценки эффективности методики определения степени формального соответствия образовательных материалов нормативным документам дает формальные и односторонние результаты анализа документации;

2) использование метода экспертных оценок подразумевает подключение большого количества экспертов и подразумевает субъективность оценки;

3) использование веб-аналитического подхода, основанного на данных системы статистики посещений, а также SEO-аудите характеризуется большой чувствительностью к спам-информации, что значительно снижает достоверность полученных результатов;

4) комбинированный подход, используемый на образовательных порталах и использующий дополнительные показатели качества содержания для оценки информационного наполнения образовательного ресурса обладает высокой степенью трудоемкости;

5) достаточно наглядным информативным подходом к оценке эффективности образовательных порталов вуза является методика ISS и графических диаграмм Эйлера-Венна, и решение задач преодоления трудностей ее реализации и обработки полученной информации является актуальным направлением исследований.

Одной из важных задач является создание системы образовательной статистики посещения образовательного портала студентом и интеллектуальной оценки уровня усвоения представленного на портале материала для факультета и вуза в целом, что особенно актуально при дистанционном обучении студентов.

Целью статьи является предложение системы, производящей регистрацию и статистический сбор данных о посещении студентом образовательного портала, с возможностью оценки уровня усвоения студентами материала образовательного портала.

Для реализации поставленной цели можно сформулировать следующие задачи исследования:

- 1) выбор критериев эффективности организации образовательного портала вуза;
- 2) предложение математической модели оценки степени эффективности усвоения информации, представленной на портале;
- 3) разработка нейронной сети, входные параметры которой соответствуют выбранным показателям значимости.

В настоящей статье предлагается использование технологии нейронных сетей и математического моделирования для реализации метода оценки эффективности образовательных порталов вуза на основе методики ISS и построения графических диаграмм Эйлера-Венна.

Математическое моделирование

Представим структуру образовательного портала вуза в виде ориентированного графа, в котором гиперссылки страниц образовательного портала служат ребрами, а сами страницы портала являются вершинами графа.

Критерием эффективности организации образовательного портала вуза при очном и дистанционном обучении студентов в математической модели является параметр t_h , характеризующий суммарное время нахождения студента h на странице образовательного портала за один сеанс работы с порталом. Выбор данного критерия объясняется предположением о прямой зависимости времени просмотра страницы сайта от ее информационного наполнения, в основе которого, в свою очередь, лежат материалы в рамках рабочей программы дисциплины, изучаемой студентом [11].

Представим параметр t_h , характеризующий суммарное время нахождения h студента на образовательном портале, как сумму времени, затраченного на просмотр каждой страницы портала, с учетом последовательности просмотра страниц. При этом представим навигацию сайта в форме матрицы по гиперссылкам портала, размера $(q \times s)$, обозначив как $\|a_{qs}\|$, при $q \in [1, N]$, $s \in [1, N]$ где N – количество страниц образовательного портала, q – предыдущая страница портала, s – текущая страница образовательного портала.

При этом каждый элемент матрицы $\|a_{qs}\|$ может принимать только два значения:

$$a_{qs} = \begin{cases} 1, & \text{если осуществлен переход со страницы } q \text{ на страницу } s; \\ 0, & \text{если переход между страницами отсутствует.} \end{cases} \quad (1)$$

Время работы h студента с s страницей образовательного портала, при переходе со страницы q обозначим как элемент t_{qs} матрицы времени $\|t_{qs}\|$.

При этом время пребывания одного студента на образовательном портале за один сеанс можно определить с помощью выражения:

$$t_h = a_1 \cdot t_1 + a_2 \cdot t_2 + \dots + a_q \cdot t_s + \dots + a_m \cdot t_m, \quad (2)$$

где коэффициенты $a_0, a_1, a_2, \dots, a_q, \dots + a_m$ – элементы матрицы $\|a_{qs}\|$, определяющиеся согласно (1); $t_1, t_2, \dots, t_s, t_m$ – элементы матрицы времени $\|t_{qs}\|$.

При этом общее время использования портала всеми студентами за некоторый фиксированный промежуток составит:

$$t = \sum_h t_h, \quad (3)$$

где h – количество студентов, посетивших образовательный портал.

При этом формирование значений элементов матриц $\|a_{qs}\|$ и $\|t_{qs}\|$ осуществляется по статистическим данным о действиях на портале каждого студента. Сбор этих данных осуществляется программой-счетчиком с каждой страницы образовательного портала.

Таким образом, с помощью оценки времени пребывания h студента на каждой из страниц образовательного портала можно определить доступность изложения той или иной обучающей информации, представленной на каждой странице; способа ее преподнесения и структуры подачи обучающего материала.

При этом фактическое время пребывания на сайте каждого студента сравнивается с планируемым временем, предусмотренным рабочей программой изучаемой дисциплины на изучение темы конкретного занятия. А запланированное время, отводимое на изучение каждого вопроса темы – с фактическим временем, затраченным студентом на его изучение. Из сравнения значений фактического и планируемого времени делаются выводы об уровне подачи материала, а также степени его усвоения студентом. Сильное превышение установленного времени может означать трудности в восприятии информации и недостаточной степени ее усвоения. Фактическое время пребывания студентом на каждой из страниц образовательного портала за один сеанс фиксируется программой-счетчиком. При этом для обработки собранных программой-счетчиком данных и данных, полученных при планировании времени на каждую тему и каждый из вопросов темы образовательной дисциплины, предлагается использовать искусственную нейронную сеть. В качестве нейронной сети была выбрана нейронная сеть типа многослойного персептрона [4, 12-13]. Первый слой нейронной сети соответствует показателям значимости входных параметров нейронной сети, отвечающих за взаимосвязь между страницами образовательного портала и времени пребывания на них. Показатели значимости, в свою очередь, показывают значимость каждой их страниц портала для прогнозирования выходного показателя, определяющего последний слой нейронной сети, и характеризующего уровень усвоения той или иной темы занятия. Показатели значимости первого слоя нейронной сети, соответствующие входам нейронной сети, представлены в Таблице 1.

В качестве искусственной нейронной сети для решения поставленной задачи была выбрана прямонаправленная искусственная нейронная сеть с двумя скрытыми слоями. Количество входных нейронов $b = 7$. Выбор основан на анализе, представленном в работе [14].

Выходной нейрон соответствует уровню освоения материала вопроса студентом по 10-балльной шкале. Таким образом, предлагаемая искусственная нейронная сеть имеет следующую конфигурацию: $7 - L_1 - L_2 - 1$.

Таблица 1 – Показатели значимости первого слоя нейронной сети, соответствующие входам нейронной сети

Table 1 - The significance indicators of the first layer of the neural network corresponding to the inputs of the neural network

№ нейрона первого входного слоя	Показатель значимости
1	№ студента h .
2	№ предыдущей страницы q студента h .
3	№ текущей страницы, s студента h .
4	Время пребывания на текущей странице t_{qs} студента h
5	Время, предусмотренное на изучение конкретного вопроса темы, (страницы портала).
6	Время, предусмотренное рабочей программой изучаемой дисциплины на изучение всей темы занятия.
7	Суммарное время сеанса t_h , c студента h

Для определения количества нейронов во втором (скрытом) слое нейронной сети воспользуемся формулой [12]:

$$\frac{r \cdot N}{1 + \log_2 N} \leq L_1 \leq r \left(\frac{N}{r} + 1 \right) (b + r + 1) + r, \quad (4)$$

где b - количество входных нейронов нейронной сети;

r - количество выходных нейронов нейронной сети, $r = 1$;

N - заданное максимальное количество страниц образовательного портала для данной дисциплины. Примем максимальное значение числа страниц образовательного портала для данной дисциплины $N = 250$.

Согласно расчетам, проведенным по формуле (4), число нейронов в первом скрытом слое находится в диапазоне: $L_1 \in [28; 2260]$. Для определения количества нейронов во втором скрытом слое примем во внимание эвристическое правило геометрической пирамиды. В итоге получим нейронную сеть следующей конфигурации: 7–30–10–1. Для написания нейронной сети использовался объектно-ориентированный язык программирования C#. На Рисунке 3 представлена разработанная прямонаправленная искусственная нейронная сеть с двумя скрытыми слоями конфигурации 7–30–10–1. Коррекция коэффициентов связи на этапе настройки синоптических весов направлена по антиградиенту целевой функции [15].

Формула функции потерь (ошибки для одного обучающего параметра) для прямонаправленной искусственной нейронной сети с двумя скрытыми слоями 7–30–10–1 [12]:

$$E = \frac{\left(f \left(\sum_{j=1}^{10} w_j^{(3)} f \left(\sum_{k=1}^{30} w_k^{(2)} f \left(\sum_{l=1}^7 w_l \cdot x_l \right) \right) \right) \right)^2}{2} - d_i \quad (5)$$

где $f(\dots)$ – биполярная сигмоидальная функция, с помощью которой осуществляется процесс активации нейронов выходного слоя и скрытых слоев;

d_i – i -я координата целевого вектора, который формируется экспертом;

w – матрица весовых коэффициентов связи;
 x_l – l -я координата входного вектора.

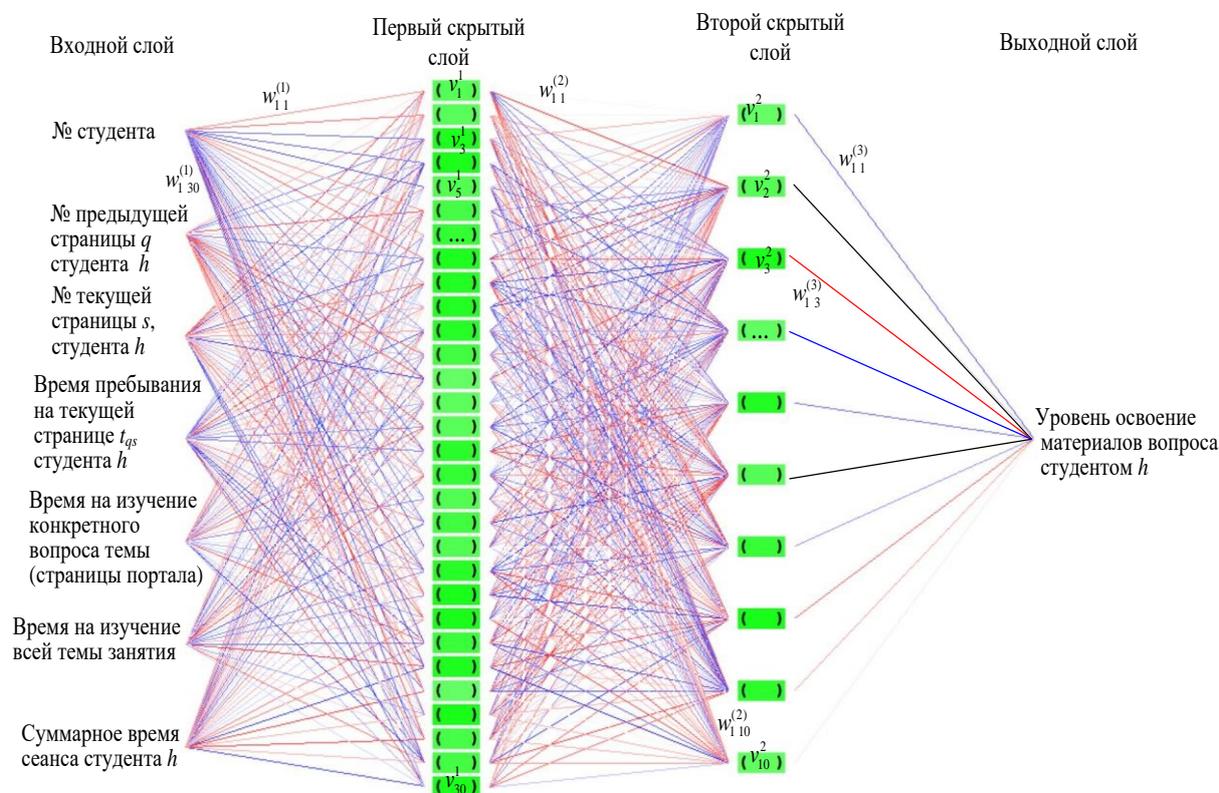


Рисунок 3 – Прямонаправленная искусственная нейронная сеть с двумя скрытыми слоями конфигурации 7 – 30 – 10 – 1

Figure 3 – A direct-directed artificial neural network with two hidden configuration layers 7 – 30 – 10 – 1

При этом формула для определения отклика нейронной сети на входной вектор будет иметь вид [12]:

$$y = f \left(\sum_{j=1}^{10} w_j^{(3)} f \left(\sum_{k=1}^{30} w_k^{(2)} f \left(\sum_{l=1}^7 w_l^{(1)} \cdot x_l \right) \right) \right), \quad (6)$$

где $f(\dots)$ – биполярная сигмоидальная функция, с помощью которой осуществляется процесс активации нейронов выходного слоя и скрытых слоев;

d_i – i -я координата целевого вектора, который формируется экспертом;

w – матрица весовых коэффициентов связи;

x_l – l -я координата входного вектора.

При заполнении страниц портала обучающей информацией каждому вопросу темы занятия отводится страница. При обучении нейронной сети, заполнение последнего столбца страницы, соответствующего уровню освоения материала осуществляется на основе данных, полученных по результатам тестирования в контрольных группах студентов. Каждому вопросу темы отводится одна страница. При этом идентификация вопроса темы образовательной дисциплины при обработке данных производится по номеру страницы.

Таблица 2 – Порядок составления обучающей выборки искусственной нейронной сети
Table 2 – The order of drawing up a training sample of an artificial neural network

№ студента h	№ предыдущей страницы q студента h	№ текущей страницы, s студента h	Время пребывания на текущей странице t_{qs}, c студента h	Время, предусмотренное на изучение конкретного вопроса темы, (страницы портала), c	Время, предусмотренное рабочей программой изучаемой дисциплины на изучение всей темы занятия, c	Суммарное время сеанса t_h, c студента h	Уровень освоение материалов вопроса студентом h , баллов по 10 балльной шкале
1	1	2	453	600	5400	2799	8
1	2	3	565	600	5400	2799	10
1	3	4	1256	1200	5400	2799	9
1	5	6	255	600	5400	2799	7
1	6	7	270	300	5400	2799	9
2	1	2	680	600	5400	6676	10
2	2	3	3212	600	5400	6676	5
2	3	4	2784	1200	5400	6676	6
...

Процесс обучения нейронной сети осуществляется в несколько этапов:

- 1 этап инициализации сети с помощью случайных значений весовых коэффициентов;
- 2 этап вычисления текущих выходных сигналов на основе входного вектора, случайно выбранного из обучающей выборки;
- 3 этап настройки синоптических весов путем коррекции коэффициентов связи;
- 4 повторение второго и третьего этапов.

Проведение обучения нейронной сети [16] осуществляется на значениях статистической выборки, способ составления которой приведен в Таблице 2. Время пребывания на текущей странице и суммарное время сеанса студента заполняются в таблицу в соответствии с данными, полученными программой-счетчиком.

Заключение

В работе было показано, что методика ISS и графических диаграмм Эйлера-Венна является достаточно наглядным информативным подходом к оценке эффективности образовательных порталов вуза. Цели статьи находились в рамках решения задач преодоления трудностей ее реализации и обработки полученной информации. В статье был предложен подход к определению качества подачи образовательной информации и эффективности обучения за счет оценки времени пребывания студентов на каждой из страниц образовательного портала. Такой подход способен найти применение как при организации интерактивного обучения с применением средств информационных технологий, так и при дистанционном обучении. Предложенные в статье модели и их программная реализация способны предоставить возможность для оптимизации структуры образовательного портала, а также для оценки сложности освоения студентом информации, представленной на образовательном портале.

Таким образом, в работе были достигнуты следующие результаты:

1) осуществлен выбор критериев эффективности организации образовательного портала вуза и поставлены им в соответствие входы нейронной сети;

2) предложена математическая модель оценки степени эффективности усвоения информации, представленной на образовательном портале;

3) разработана нейронная сеть, входные параметры которой соответствуют выбранным показателям значимости.

Следовательно, цель, заключающаяся в предложении и разработке системы, производящей регистрацию и статистический сбор данных о посещении студентом образовательного портала, с возможностью оценки уровня усвоения студентами материала образовательного портала, реализована.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Леванов Д.Н., Феоктистов Н.А. Особенности использования многослойного перцептрона при автоматизированном контроле знаний в электронных учебных курсах. *Вестник евразийской науки*. 2014;1(2):1-13.
2. Кудинов И.В., Карунас Е.В., Барина Н.А., Яшина О.Ш. Имитационные моделирующие технологии в образовательном процессе высшей школы. *Высшее образование сегодня*. 2018;1(4):19-22.
3. Гергель В.П., Борисов Н.А., Карпенко С.Н., Кузенкова Г.В., Шестакова Н.В. Образовательный портал факультета вычислительной математики и кибернетики ННГУ им. Н.И. Лобачевского на платформе Microsoft SharePoint. *Образовательные технологии и общество*. 2014;14(17):465-478.
4. Попова Н.И. Открытые образовательные ресурсы в условиях организации дистанционного подхода. *Colloquium-journal*. 2020;10(62):167-168.
5. Чернавин Д.А., Полубояров В.В., Вуйлов Д.А. Разработка информационных сервисов портала университета. *Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов 13-й международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании» (Технологии ИС для эффективного обучения и подготовки кадров в целях повышения производительности труда 29-30 января 2013 г. М.: Издательство ООО «ИС-Пабблишинг»;* 2013;2(1):1-10.
6. Куликов И.А. Разработка проекта современного сайта факультета ВУЗа. *Гуманитарная информатика*. 2015;9:149-157.
7. Веряева Ю.А., Максимов А.В., Рязанов М.А. Разработка информационной структуры веб-сайта кафедры вуза. *Известия Алтайского государственного университета*. 2011;1:64-70.
8. Кручинина Г.А., Канянина Т.И., Степанова С.Ю. Сайт и блог преподавателей вуза как элементы сетевых коммуникаций: содержание и принципы функционирования. *Современные наукоемкие технологии*. 2016;1:124-128.
9. Kantorowitz R. Semantic User Interface Controls. *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics*. 2017;1(1):61-62.
10. Sharma S., Rana V. Web Personalization through Semantic Annotation System. *Advances in Computational Sciences and Technology*. 2017;10(6):1683-1690.
11. Касаткина Т.И. Математическое моделирование образовательного портала вуза с использованием нейросетевых технологий. *Инновационные решения социальных, экономических и технологических проблем современного общества. Сборник научных статей по итогам круглого стола со всероссийским и международным участием № 4. М.: ООО «Конверт»;* 2021:46-50.

12. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. *Глубокое обучение*. Пер. в англ. А.А. Слинкина. М.: ДМК Пресс; 2017. 652 с.
13. Чио К., Фримэн Д. *Машинное обучение и безопасность*. Пер с англ. А.В. Снастина. М.: ДМК Пресс; 2020. 388 с.
14. Kasatkina T.I., Dushkin A.V., Pavlov V.A., Shatovkin R.R. Algorithm for predicting the evolution of series of dynamics of complex systems in solving information problems. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*. 2018;973(012035):1-13.
15. Белявский Г.И., Лиля В.Б., Пучков Е.В. Алгоритм и программная реализация гибридного метода обучения искусственных нейронных сетей. *Программные продукты и системы*. 2012;4:96-100.
16. Пастухов А.А., Прокофьев А.А. Применение алгоритмов кластеризации к формированию представительской выборки для обучения многослойного персептрона. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного университета. Физико-математические науки*. 2017;10(2):58-68.

REFERENCES

1. Levanov D.N., Feoktistov N.A. Osobennosti ispolzovaniya mnogoslainogo perseptrona pri avtomatizirovannom kontrole znaniy v elektronnykh uchebnikakh kursakh. *Vestnik yevraziyskoy nauki = Bulletin of Eurasian Science*. 2014;1(2):1-13. (In Russ.)
2. Kudinov I.V., Karunas E.V., Barinova N. A., Yashina O.S. Imitatsionnye modeliruushie tekhnologii v obrazovatel'nom protsesse visshoi shkoly. *Vyssheye obrazovaniye segodnya = Higher education today*. 2018;1(4):19-22. (In Russ.)
3. Gergel V.P., Borisov N.A., Karpenko S.N., Kuzenkova G.V., Shestakova N.V. Obrazovatel'nyy portal fakulteta vychislitel'noi matematiki i kibernetiki NNGY im. N.I. Lobachevskogo na platforme Microsoft SharePoint. *Obrazovatel'nyye tekhnologii i obshchestvo = Educational technologies and society*. 2014;14(17):465-478. (In Russ.)
4. Popova N.I. Otkrytie obrazovatel'nykh resursov v usloviyakh distantsionnogo podkhoda. *Colloquium-journal*. 2020;10(62):167-168. (In Russ.)
5. Chernavin D.A., Polyboyarov V.V., Vyilov D.A. Razrabotka informatsionnykh servisov portal universiteta. *Novyye informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii: Sbornik nauchnykh trudov 13-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Novyye informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii» (Tekhnologii IS dlya effektivnogo obucheniya i podgotovki) = New information technologies in education: Collection of scientific papers of the 13th International Scientific and Practical Conference "New information technologies in education" (IC technologies for effective training and training of personnel in order to increase labor productivity January 29-30, 2013)*. М.: Publishing House IC-Publishing LLC; 2013;2(1):1-10. (In Russ.)
6. Kulikov I.A. Razrabotka proekta sovremennogo sayta fakulteta vuza. *Gumanitarnaya informatika = Humanitarian informatics*. 2015;9(1):149-157.2. (In Russ.)
7. Veryaeva Yu.A., Maksimov A.V., Ryazanov M.A. Razrabotka informatsionnoi struktury web-sayta kafedri vuza. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Altai State University*. 2011;1:64-70. (In Russ.)
8. Krychinina G.A., Kanyanina T.I., Stepanova S.Yu. Sait i blog prepodavatelei vuza kak elementi setevykh kommunikatsii: soderganiye i principy funktsionirovaniya. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii = Modern high-tech technologies*. 2016;1(1):124-128. (In Russ.)
9. Kantorowitz R. Semantic User Interface Controls. = *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics*. 2017;1 (1):61-62.
10. Sharma S., Rana V. Web Personalization through Semantic Annotation System. = *Advances in Computational Sciences and Technology*. 2017;10(6):1683-1690.

11. Kasatkina T.I. Matematicheskoe modelirovanie obrazovatel'nogo portal' vuza s ispolzovaniem neirosetevykh tekhnologii. *Innovatsionnyye resheniya sotsial'nykh, ekonomicheskikh i tekhnologicheskikh problem sovremennogo obshchestva. Sbornik nauchnykh statey po itogam kruglogo stola so vs Rossiyskim i mezhdunarodnym uchastiyem № 4. = Innovative solutions to social, economic and technological problems of modern society. Collection of scientific articles based on the results of the round table with All-Russian and international participation No. 4. M.: OOO «Konvert»; 2021:46-50. (In Russ.)*
12. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. Per. s ang. A.A. Snastina. M.: DMK Press; 2017. 652 p. (In Russ.)
13. Chio C., Freeman D. *Machine Learning and Security*. Per. s ang. A.A. Snastina. M.: DMK Press; 2020. 388 p. (In Russ.)
14. Kasatkina T.I., Dushkin A.V., Pavlov V.A., Shatovkin R.R. Algorithm for predicting the evolution of series of dynamics of complex systems in solving information problems. = *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*. 2018;973(012035):1-13.
15. Belyavsky G.I., Lila V.B., Puchkov E.V. Algoritm i programmaya realizatsiya gibridnogo metoda obucheniya ykusustvennikh neironnikh setei. *Programmnyye produkty i sistemy = Software products and systems*. 2012;4:96-100. (In Russ.)
16. Pastukhov A.A., Prokofiev A.A. Primenenie algoritmov klasterizatsii k formirovaniyu predstavitel'skoi viborki dlya obychniya mnogoslainogo perceptrona. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. Fiziko-matematicheskkiye nauki = Scientific and Technical Bulletin of the St. Petersburg State University. Physical and mathematical sciences*. 2017;10(2):58-68. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Касаткина Татьяна Игоревна, доцент кафедры физики, к.ф.-м.н., доцент, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Российская Федерация
e-mail: kasatkinatatian@gmail.com
ORCID: [0000-0002-9873-3266](https://orcid.org/0000-0002-9873-3266)

Tatiana I. Kasatkina Associate Professor of the Department of Physics, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation

Статья поступила в редакцию 29.03.2021; одобрена после рецензирования 18.12.2021; принята к публикации 30.12.2021.

The article was submitted 29.03.2021; approved after reviewing 18.12.2021; accepted for publication 30.12.2021.