

УДК 004.5  
ББК 32.817

## ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Варнавский А.Н.<sup>1</sup>, Калинина С.И.<sup>2</sup>

(Рязанский государственный радиотехнический университет, Рязань)

*В статье представлены результаты разработки программного модуля для системы электронного обучения, который персонализирует параметры выводимой на экран учебной информации в зависимости от текущих значений показателей нейродинамических процессов. Разработана модель зависимости оптимального по критерию максимизации скорости внимания размера шрифта текста от основных показателей внимания и кратковременной памяти. Программный модуль реализован на языке JavaScript для системы дистанционного обучения Moodle.*

Ключевые слова: плагин, система дистанционного обучения, показатели нейродинамических процессов, скорость внимания, оптимальный размер шрифта текста, JavaScript.

### 1. Введение

В настоящее время большой популярностью для поддержки заочной формы обучения и самостоятельной работы студентов очной формы обучения пользуются системы электронного или

---

<sup>1</sup> Александр Николаевич Варнавский, кандидат технических наук, старший научный сотрудник/доцент (г. Рязань, ул. Гагарина 59/1, varnavsky\_alex@rambler.ru).

<sup>2</sup> Светлана Игоревна Калинина, магистр, ассистент (kalininasvetka@mail.ru).

дистанционного обучения [7]. В качестве такой системы можно привести программную среду MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment).

Система Moodle обладает большими возможностями, которые рассмотрены и описаны многими авторами: Белозубовым А.В., Николаевым Д.Г., Немцевым А.Н., Маматовым А.В., Беленко В.А., Толстобровым А.П., Коржигом И.А., Живенковым О.Г., Ивановой О.Г. Например, в работе [2] описаны основные принципы работы с данной системой, работа [9] посвящена рассмотрению вопросов повышения качества тестовых заданий. Описываются встроенные средства для статической обработки результатов тестирования [6].

Принципы создания адаптивных и интеллектуальных технологий в системах дистанционного обучения на Web-платформе описаны в [13, 14], в том числе необходимость использования возможностей индивидуализации [16]. В [8, 15] описывается, что учет индивидуальных способностей студента, его знаний и умений способен оптимизировать процесс обучения.

Поэтому актуальной является задача разработки методов, технологий и программных средств создания адаптивных систем дистанционного обучения, обеспечивающих индивидуализированное обучение [10-12].

За счет того, что система Moodle распространяется под лицензией GNU GPL и является программным обеспечением с открытыми исходными кодами, становится возможным создавать собственные средства, позволяющие повысить эффективность обучения и использования данной системы. Например, работа [5] посвящена разработке плагина для адаптивного построения структуры курса обучения.

Анализ работ, посвященных адаптации Moodle показал, что наибольшее их число посвящено именно адаптации построения структуры курса [4, 5]. В то же время информация на страницах представлена в статическом, не персонифицированном виде и не зависит от того, как пользователи в данный момент воспринимают информацию, т.е. без учета их индивидуальных особенностей.

Известен подход, касающийся оптимизации представления учебной информации на экране монитора - «Педагогический дизайн текста». Данный подход диктует общие правила представления учебной информации, заключающиеся в наиболее грамотном и оптимальном расположении учебного материала на экране монитора. Эти правила касаются параметров шрифта, длины и ширины текста, использования заголовков и подзаголовков, списков и иллюстраций. Использование данных правил способствует повышению эффективности восприятия информации, ее лучшему пониманию и запоминанию [1]. Однако данные правила являются статическими и не привязаны к индивидуальным особенностям обучаемых, в частности к их психоэмоциональным состояниям, т.е. не являются персонафицированными.

Работа направлена на то, чтобы учитывать текущее психоэмоциональное состояние и индивидуальные особенности обучаемых при отображении учебной информации.

**Целью работы** является разработка программного модуля (плагины) для системы электронного обучения по оптимизации представления учебной информации в зависимости от текущего состояния обучаемого.

Для достижения поставленной цели необходимо разработать способ предоставления информации в системе электронного обучения в зависимости от свойств, показателей и параметров обучаемого и реализовать его на языке JavaScript для HTML-курсов, например, для системы дистанционного обучения Moodle.

## **2. Выбор тестов для определения показателей нейродинамических процессов**

Восприятие учебного материала и степень его усвоения зависит от текущих показателей нейродинамических процессов обучаемого. Поэтому в качестве критерия изменения параметров представления информации могут быть выбраны текущие показатели нейродинамических процессов.

В качестве изменяемого элемента дизайна учебного материала выберем размер шрифта текста. Таким образом, будем

разрабатывать способ вывода информации на экране монитора определенным размером шрифта текста в зависимости от показателей нейродинамических процессов обучаемого.

Предлагается разработать модель зависимости оптимального размера шрифта от показателей нейродинамических процессов, в качестве которых выберем показатели внимания и кратковременной памяти. Данные показатели могут быть определены по результатам обработки двух тестов: корректурной пробы Бурдона–Анфимова и теста на запоминание чисел [3]. Принцип выбора этих тестов – возможность определения необходимых показателей, их реализации и автоматизации проведения в системе дистанционного обучения.

*Корректурная проба Бурдона–Анфимова* – методика, предназначенная для исследования устойчивости и продуктивности внимания, расчета индекса утомляемости, определения умственной работоспособности. Данная методика заключается в предъявлении строчек из случайной последовательности букв русского алфавита. Испытуемый должен последовательно просматривать эти строчки и вычеркивать две заданные буквы. Результаты пробы оцениваются по количеству пропущенных знаков, по времени выполнения или по количеству просмотренных знаков.

По результатам корректурной пробы Бурдона–Анфимова могут быть определены основные показатели внимания: уровень концентрации внимания  $A_{\text{кв}}$ , показатель умственной работоспособности  $A_{\text{yp}}$  и показатель скорости работы  $A_{\text{cp}}$ :

$$(1) A_{\text{кв}} = \frac{S - P - O}{n},$$

$$(2) A_{\text{yp}} = \frac{N}{t} \cdot \frac{M - (O + P)}{n},$$

$$(3) A_{\text{cp}} = \frac{N}{t},$$

где  $N$  – количество символов в проработанной испытуемым части корректурной пробы;  $t$  – время выполнения задания в секундах;  $M$  – общее количество зачеркнутых символов;  $O$  – количество ошибочно зачеркнутых символов;  $S$  – количество

правильно зачеркнутых символов;  $P$  – количество пропущенных символов;  $n$  – количество символов, которые необходимо было вычеркнуть в просмотренной части корректурной пробы.

Для тестирования способностей кратковременной памяти можно использовать *тест на запоминание чисел*. Данный тест заключается в предъявлении испытуемому 10 различных двухзначных чисел, которые он должен воспроизвести по памяти после их просмотра в течение 30 секунд. Коэффициент кратковременной памяти  $K_{\text{пам}}$  может быть рассчитан по формуле:

$$(4) \quad K_{\text{пам}} = \frac{K}{10},$$

где  $K$  – количество правильно запомненных символов [3].

### **3. Проведение серии экспериментов и обработка результатов эксперимента**

Модель зависимости оптимального размера шрифта текста от выделенных показателей нейродинамических процессов строилась на основе экспериментальных данных, полученных в результате серии экспериментов. Эксперименты проводились с участием 30 студентов 4 и 5 курсов Рязанского государственного радиотехнического университета. Испытуемые выполняли тесты Бурдона-Анфимова и на запоминание чисел. Каждый испытуемый выполнял тест Бурдона-Анфимова 4 раза: на бланках с буквами разного размера шрифта (10 пт., 12 пт., 14 пт., 16 пт.). Эксперименты проводились утром у групп по 5-10 человек в одних и тех же условиях.

По результатам экспериментов по формулам (1)-(4) определялись выделенные показатели нейродинамических процессов:  $A_{\text{кв}}$ ,  $A_{\text{ур}}$ ,  $A_{\text{ср}}$  для разных размеров шрифтов и  $K_{\text{пам}}$ .

На первом этапе необходимо проверить гипотезу о том, влияет ли размер шрифта на показатели нейродинамических процессов. Это можно сделать с помощью однофакторного дисперсионного анализа для связанных выборок.

Сформулировано два набора гипотез.

Набор А.

$H_0(A)$ : Различия в показателях нейродинамических процессов при разных размерах шрифта являются не более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами.

$H_1(A)$ : Различия в показателях нейродинамических процессов при разных размерах шрифта являются более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами.

Набор Б.

$H_0(B)$ : Индивидуальные различия между испытуемыми являются не более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами.

$H_1(B)$ : Индивидуальные различия между испытуемыми являются более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами.

Дисперсионный анализ результатов эксперимента можно рассмотреть на примере влияния размера шрифта на скорость внимания. Для этого определялись:

- вариативность  $SS_{\text{факт}}$  значения скорости внимания, обусловленная действием размера шрифта, ее число степеней свободы  $k_{\text{факт}}$  и усредненная величина вариативности  $MS_{\text{факт}}$ ;

- вариативность  $SS_{\text{исп}}$  значения скорости внимания, обусловленная индивидуальными значениями испытуемых, ее число степеней свободы  $k_{\text{исп}}$  и усредненная величина вариативности  $MS_{\text{исп}}$ ;

- общая вариативность  $SS_{\text{общ}}$  значения скорости внимания, ее число степеней свободы  $k_{\text{общ}}$ ;

- случайная (остаточная) величина  $SS_{\text{случ}}$ , обусловленная неучтенными факторами, ее число степеней свободы  $k_{\text{случ}}$  и усредненная величина случайной (остаточной) величины  $MS_{\text{случ}}$ .

Далее определялись значения критерий  $F_{\text{эмп\_факт}}$  и  $F_{\text{эмп\_исп}}$ :

$$(5) \quad F_{\text{эмп\_факт}} = \frac{MS_{\text{факт}}}{MS_{\text{случ}}},$$

$$(6) \quad F_{\text{эмп\_исп}} = \frac{MS_{\text{исп}}}{MS_{\text{случ}}}.$$

По статистическим таблицам определялись критические значения  $F_{\text{крит\_факт}}$  и  $F_{\text{крит\_исп}}$  для полученных степеней свободы и заданного уровня значимости ( $\alpha=0,05$ ). Значения  $F_{\text{эмп\_факт}}$  и

$F_{\text{эмп\_исп}}$  сравнивались с критическими значениями, в результате чего было получено, что  $F_{\text{эмп\_факт}} > F_{\text{крит\_факт}}$  (принимается альтернативная гипотеза  $H_1(A)$ ) и  $F_{\text{эмп\_исп}} < F_{\text{крит\_исп}}$  (принимается нулевая гипотеза  $H_0(B)$ ).

Таким образом, различия в скорости внимания при разных размерах шрифта являются более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами ( $p < 0,05$ ). Индивидуальные различия между испытуемыми являются не более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами.

Аналогичные выводы могут быть сделаны и для других показателей нейродинамических процессов.

Для управления размером  $T$  шрифта текста в зависимости от величины нейродинамических процессов необходимо получить аналитическое выражение, описывающее данную зависимость  $T = f(A_{\text{кв}}, A_{\text{ур}}, A_{\text{ср}}, K_{\text{пам}})$ . Данную зависимость можно получить путем проведения регрессионного анализа.

Для этого необходимо сформировать матрицу значений факторов  $A_{\text{кв}}, A_{\text{ур}}, A_{\text{ср}}, K_{\text{пам}}$  и вектор результатов  $T$ . Число строк матрицы значений факторов и вектора результатов равно числу испытуемых, т.е. 30. Значения  $A_{\text{кв}}, A_{\text{ур}}, A_{\text{ср}}, K_{\text{пам}}$  и  $T$ , соответствующие каждому испытуемому, выбирались по результатам экспериментов следующим образом: среди четырех результатов теста Бурдона-Анфимова при разных размерах шрифта выбирались те показатели, которые соответствовали максимальному значению скорости внимания. Такой выбор обусловлен тем, что задавался критерий минимизации времени изучения материала.

На первом шаге предполагалось использовать линейную модель вида  $T = k_0 + k_1 \cdot A_{\text{кв}} + k_2 \cdot A_{\text{ур}} + k_3 \cdot A_{\text{ср}} + k_4 \cdot K_{\text{пам}}$ . При этом был получен относительно невысокий коэффициент корреляции.

На втором шаге осуществлен переход к нелинейной модели путем проведения замен переменных и повторном определении коэффициента корреляции. Максимальное значение коэффициента корреляции 0.868 было получено в случае использовании модели вида

$$(7) \quad T = k_0 + k_1 \cdot \ln(A_{\text{кв}}) + k_2 \cdot e^{A_{\text{ур}}} + k_3 \cdot \ln(A_{\text{ср}}) + k_4 \cdot \ln(K_{\text{пам}}).$$

В результате регрессионного анализа были получены значения коэффициентов:  $k_0 = 13,4$ ;  $k_1 = 0,56$ ;  $k_2 = 0,013$ ;  $k_3 = -1,8$ ;  $k_4 = -0,096$ .

#### **4. Разработка алгоритма работы и программного кода модуля**

Можно предложить следующий алгоритм работы программного модуля для управления представлением информации в соответствии с показателями нейродинамических процессов обучаемого в системе электронного обучения. После входа пользователя в систему ему предлагается пройти тест Бурдона-Анфимова, а затем тест на запоминание. По результатам прохождения этих тестов по формулам (1)-(4) происходит определение показателей  $A_{кв}$ ,  $A_{ур}$ ,  $A_{ср}$ ,  $K_{пам}$ , после чего полученные значения подставляются в формулу (7) для расчета оптимального значения размера шрифта  $T$ . Далее осуществляется выдача необходимых изучаемых информационных ресурсов с размером шрифта равным  $T$ . Если изучение материала длится длительное время, то предлагается повторно пройти данные тесты с целью получения нового значения  $T$ .

Поскольку большинство систем дистанционного обучения (в том числе, Moodle) осуществляют выдачу информации в формате разметки HTML, то программный код модуля может быть написан на прототипно-ориентированном языке программирования JavaScript.

На рис. 1 представлен внешний вид реализованного на JavaScript теста Бурдона-Анфимова, а на рис. 2 – тест на запоминание.

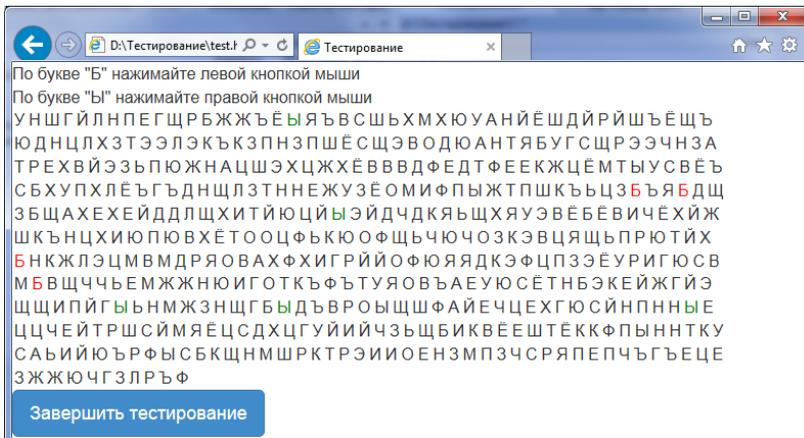


Рис. 1 – Вид реализованного на JavaScript теста Бурдона-Анфимова

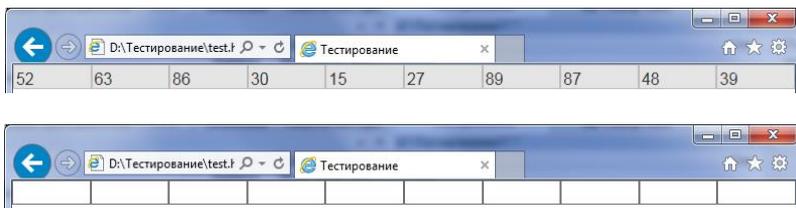


Рис. 2 – Вид реализованного на JavaScript теста на запоминание

Работа программного модуля иллюстрируется рис. 3 и 4, где представлены результаты вывода информации для обучаемых, находящихся в разных функциональных состояниях.

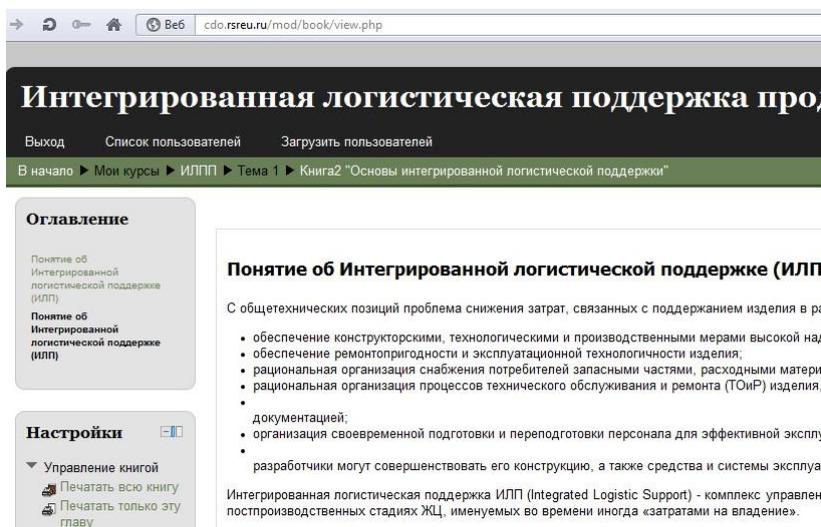


Рис. 3 - Представление информации обучаемому шрифтом 12 пт. в соответствии с его функциональным состоянием

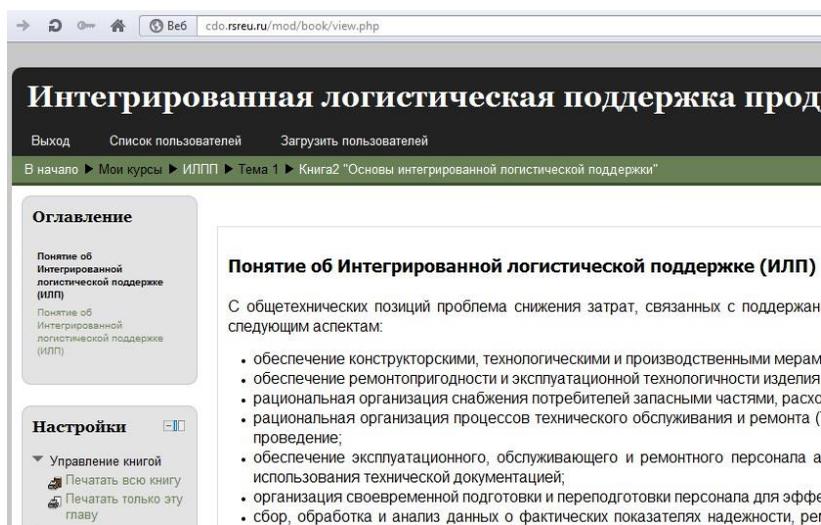


Рис. 4 - Представление информации обучаемому шрифтом 14 пт. в соответствии с его функциональным состоянием

## **5. Заключение**

На эффективность электронного обучения влияет множество факторов, в частности представление учебной информации на экране монитора. Но однозначно определить наиболее удачное и удобное для восприятия представление информации, невозможно, так как даже один и тот же человек в разные моменты времени, находясь в разных психоэмоциональных состояниях, воспринимает информацию неодинаково. Поэтому актуально создание программного модуля (плагина), который определяет показатели нейродинамических процессов, в зависимости от которых устанавливаются оптимальные значения показателей представления информации.

В данной работе основу модуля составляет модель зависимости оптимального по критерию максимизации скорости внимания размера шрифта текста от основных показателей внимания и кратковременной памяти. Точность и адекватность данной модели может быть повышена при включении в модель еще нескольких показателей нейродинамических процессов и проведения большего числа экспериментов. Аналогично могут быть созданы модели и для управления другими параметрами представления информацией (например, оптимальной шириной текста).

Программный модуль реализован на языке JavaScript и может быть встроен в систему дистанционного обучения Moodle, которая осуществляет выдачу информации в формате разметки HTML.

### ***Литература***

1. АНДРЕЕВ В.Н. *Психологические аспекты представления информации на экране дисплея в автоматизированных обучающих системах*: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата психологических наук. – СПб., 1991.- 16 с.

2. БЕЛОЗУБОВ А. В., НИКОЛАЕВ Д. Г. *Система дистанционного обучения Moodle: учеб.-метод. пособие.* - СПб., 2007. - 48 с.
3. БРУННЕР Е.Ю. *Лучше, чем супервнимание. Методики диагностики и психокоррекции.* - Ростов-на-Дону: «Феникс», 2006. - 316 с.
4. ЖИВЕНКОВ А.Н. *Анализ существующих и пути развития интеллектуальных обучающих курсов // Информационные системы и процессы.* – 2009. – Вып.8. – С. 31-37.
5. ЖИВЕНКОВ А. Н., ИВАНОВА О. Г. *Формирование плагинов LMS Moodle для адаптивного построения структуры курса электронного обучения. //Научные ведомости. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика».* – 2010. - № 19 (90). Выпуск 16/1. – с.150.
6. МАМАТОВ А. В., НЕМЦЕВ А.Н., КЛЕПИКОВА А.Г., ШТИФАНОВ А.И. *Методика применения дистанционных образовательных технологий преподавателями ВУЗа: учеб. пособие.* – Белгород: Изд-во БелГУ., 2006. – 161 с.
7. ПОЛАТ Е.С., МОИСЕЕВА М.В., ПЕТРОВ А.Е. *Педагогические технологии дистанционного обучения* — М.: Академия, 2006. – 132 с.
8. СОЛОНИНА А. Г. *Концепция персонализированного обучения: моногр.* – М.: Прометей, 1997. - 187 с.
9. Толстобров А.П. *Возможности анализа и повышения качества тестовых заданий при использовании сетевой системы управления обучения MOODLE //Вестник ВГУ.* - 2008, №2 - 100-106 с.
10. ФЕДОРУК П. И. *Использование адаптивных и интеллектуальных технологий в системах дистанционного обучения //УСиМ.* – 2006. - № 5. – С. 36-42.
11. ФЕДОРУК П. И. *Использование системы EduPRO для организации процесса адаптивного обучения //УСиМ.* – 2009. - № 4. – С. 68-73.
12. ФЕДОРУК П. И. *Исследование эффективности функционирования адаптивной системы дистанционного обучения EduPro //УСиМ.* – 2009, № 6. С. 42-47.

13. BRUSILOVSKY P. Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education. *Kunstliche Intelligenz*. - 1999. – 168 с.
14. BRUSILOVSKY P. Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems //International Journal of Artificial Intelligence in Education. – 2003. - № 13. – P. 55-61.
15. Gonzalez C. M. A. Coaching Web-based collaborative learning based on problem solution differences and participation //International Journal of Artificial Intelligence in Education. – 2003. - № 13 (2–4). – P. 121-126.
16. WEBER G. ELM-ART: An adaptive versatile system for Web-based instruction. //International Journal of Artificial Intelligence in Education. – 2001. - № 12. – P. 23-28.

## **PROGRAM MODULE FOR CONTROL OF INFORMATION SUBMISSION IN THE E-LEARNING**

**Alexander Varnavsky**, Ryazan State Radio Engineering University, Ph.D., Senior Researcher / assistant professor (Ryazan, Gagarin st., 59/1, varnavsky\_alex@rambler.ru).

**Svetlana Kalinina**, MPH, assistant (kalininasvetka@mail.ru).

*Abstract: The article presents the results of application modules for e-learning system, which personifies the parameters of the displayed educational information depending on the current values of the parameters of neural processes. A model of the dependence of the optimal by maximizing the speed of attention the font size of the text of the main indicators of attention and short-term memory. The software module is implemented in JavaScript for distance learning system Moodle.*

Keywords: plugin, distance learning system, indicators of neural processes, speed of attention, the optimal size of the text, JavaScript.

*Статья представлена к публикации  
членом редакционной коллегии*

*Поступила в редакцию  
Опубликована*