

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>
Выпуск 6 (25) 2014 ноябрь – декабрь <http://naukovedenie.ru/index.php?p=issue-6-14>
URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/34EVN614.pdf>
DOI: 10.15862/34EVN614 (<http://dx.doi.org/10.15862/34EVN614>)

УДК 004.72+004.032.6+378

Хамула Орест Григорьевич

Украинская академия печати

Украина, Львов¹

Доцент кафедры информационных мультимедийных технологий

Кандидат технических наук

E-mail: khog@yandex.ru

Васюта Светлана Петровна

Украинская академия печати

Украина, Львов

Ассистент кафедры информационных мультимедийных технологий

Кандидат технических наук

E-mail: lanapavliv@gmail.com

Яцив Маркиян Романович

Украинская академия печати

Украина, Львов

Аспирант кафедры информационных мультимедийных технологий

E-mail: yamarkiyan@gmail.com

Построение математической модели иерархии критериев влияния на качество восприятия информации в электронных изданиях для детей с нарушениями зрения

¹ 79020, Львов, улица Подголоско, 19

Аннотация. В статье описаны некоторые проблемы, существующие сегодня в инклюзивном образовании Украины. Авторами рассмотрены возможность и преимущества использования компьютерной техники в сочетании со специализированными программными средствами в виде электронных изданий в образовательной деятельности. На основе полученных при анкетировании и впервые обобщенных данных о внешних критериях, которые влияют на качество восприятия для детей с нарушениями зрения информации в электронных изданиях, авторами предложено использовать метод попарных сравнений. Впервые составлен граф взаимосвязей между выявленными критериями, которые иерархически упорядочены по приоритетности воздействия на процесс моделирования представления информации в электронных изданиях. Предложенные результаты исследований заставят будущих разработчиков обратить внимание именно на эти критерии, что позволит разработать более интересные и эффективные электронные издания для детей с недостатками зрения. Из полученных результатов вытекают следующие выводы: наиболее значимыми критериями (внешними), влияющими на улучшение восприятия информации с экрана монитора, являются освещение помещения и используемая операционная система. Наименее весомым критерием выявлено интерфейс электронного издания, параметры которого можно отнести к внутренним критериям влияния (их мы будем рассматривать в последующих работах).

Ключевые слова: инклюзивное образование; компьютерная техника; электронные издания; интерфейс; критерии; метод попарных сравнений; граф взаимосвязей.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Хамула О.И., Васюта С.П., Яцив М.Р. Построение математической модели иерархии критериев влияния на качество восприятия информации в электронных изданиях для детей с нарушениями зрения // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2014. № 6 <http://naukovedenie.ru/PDF/34EVN614.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/34EVN614

В Международной классификации стандартов дети с особыми потребностями определяются как лица, обучение которых требует дополнительных ресурсов. Это широкое понятие охватывает одаренных детей, детей с проблемами здоровья и задержкой психического развития, беспризорных, сирот и т.п. Однако в Украине это понятие сужено и касается только детей с особенностями или нарушениями психофизического развития. Инклюзивное образование (от англ. Inclusion – включение, присоединение) предполагает включение таких детей в учебный процесс общеобразовательных школ [1, 2].

Первые попытки включить детей с особыми потребностями в общеобразовательный процесс сегодня имеют множество препятствий, которые ставят под сомнение украинские инклюзии. Для существования толерантного, морального общества инклюзия крайне необходима. Ведь дети с особыми потребностями требуют равных возможностей и адекватной этому социализации. В отличие от них здоровые дети привыкают воспринимать физические недостатки вполне нормально, чувствовать другого как равного, помогать, становятся чуткими и человечными. Это и есть естественное, реальное воспитание нравственности, без патетики и деклараций [3 – 5]

По результатам научных исследований и практических рекомендаций врачей, большое влияние на интеллектуальное, эмоциональное и физическое развитие ребенка оказывает предметно-игровая среда. Как его неотъемлемая часть все шире применяются новые информационные технологии, в основе которых – компьютерная техника. Компьютеризация постепенно проникает практически во все сферы жизни и деятельности современного человека, вносит свои коррективы и в подходы к воспитанию и образованию детей с недостатками зрения. Использование компьютерной техники в коррекционно-восстановительном и учебно-воспитательном процессе положительно влияет на общее развитие детей. Поэтому компьютер должен входить в жизнь малышей через игру, конструирование, художественное творчество и другие виды символично-моделирующей деятельности.

Обладая огромным потенциалом игровых и обучающих возможностей, компьютер оказывает значительное влияние на ребенка, но, как и любая техника, он не основной. Только во взаимодействии педагога (воспитателя), ребенка и компьютера можно достичь положительного результата. Главной целью использования компьютера в учебном заведении является всестороннее развитие учащихся, их подготовка к жизни и деятельности в «компьютерной действительности», иными словами формирование у них положительного эмоционального отношения к компьютеру, восприятие его как помощника в различных видах деятельности, понимание назначения и возможностей для достижения поставленных целей. Адаптация к миру компьютеров не только облегчит детям вхождение во взрослую жизнь, но и будет способствовать эффективности обучения [6 – 8].

Сегодня поиск новых медико-психолого-педагогических подходов к решению проблемы социализации лиц с нарушениями зрения является задачей государственной значимости и центром приложения консолидированных усилий системы образования, здравоохранения и социальных служб.

Изучением проблем инклюзивного образования в отечественной и зарубежной педагогике занимались Л. Бондарь, Н. Бастун, Л. Вавин, Т. Висковата, Н. Дятленко, В. Засенко, С. Рубинштейн и др. Создание и применение электронных средств обучения, построенных на использовании компьютерных технологиях, основательно исследовали Г. Бийчук, Ю. Безверхий, В. Быков, В. Волынский, А. Гриценчук, Г. Гуревич, А. Дубинина, Ю. Жук, В. Коваль, Д. Костюкевич, А. Красовский, В. Мадзигон, П. Полянский В. Скульська, А. Черноус, Т. Якушина и др. Вопрос же применения электронных изданий в процессе диагностирования и обучения детей с нарушениями зрения еще основательно не исследовались.

Украинская академия печати находится в поиске новых подходов к этой проблеме. Проведенным анкетированием среди детей и инструкторов учебно-реабилитационного центра нами был выделен ряд внешних критериев, которые влияют на качество восприятия информации с экранов мониторов или планшетов.

На удобство восприятия визуальной информации с экрана компьютера оказывают влияние внешние и внутренние факторы, которые, соответственно, можно считать критериями оценки удобства восприятия. Однако не все критерии влияют на временное улучшение восприятия визуальной информации, некоторые из них больше относятся к гигиене зрения, направлены на цель сохранение зрения в хорошем состоянии на длительный период.

Когда человек садится за персональный компьютер или берет в руки планшетный компьютер, он, глядя на экран начинает воспринимать основную информацию. Соответственно, много внешних критериев влияния на зрение будут связаны с параметрами экрана. Важным параметром для восприятия изображения является также освещение как помещения, так и экрана. Данный фактор больше относится к гигиене зрения, поскольку несоответствие освещения помещения освещению экрана компьютера вызывает порчу зрения, а не только ухудшает восприятие текущей визуальной информации. Тем не менее, факторы, длительно влияющие на качество зрения, негативно сказываются на комфорте в процессе восприятия информации.

Для легкости восприятия информации зрителем необходимо контрастное изображение. Однако, как недостаточный, так и чрезмерный контраст мешает воспринимать визуальную информацию. Недостаточный контраст заставляет глаз чрезмерно напрягаться, истощая при этом зрительный аппарат. Повышенная же контрастность изображения при плохом освещении экрана вредна тем, что зрительный аппарат ориентирует свою чувствительность, определяет потребность в ее увеличении. Важную роль играет и расстояние глаз зрителя к экрану, поскольку при слишком близком расстоянии истощается мышца, отвечающая за возможность изменения формы «линзы» глаза. В случае чрезмерного расстояния и близорукости зрения зрительный аппарат истощается от напряжения при попытках сфокусироваться на изображении, находящемся далеко от глаз.

Немаловажное значение имеет и операционная платформа, где запускается программа, поскольку она влияет на формфактор устройства и его технические показатели. Тенденции в развитии планшетных компьютеров способствуют увеличению разрешения экранов, в стационарных компьютерах или ноутбуках они лишь входят в моду. На рынке планшетных компьютеров конкуренция между производителями подействовала на востребованность пользователей к качеству экранов, включая требования к насыщенности цвета, углов обзора и контрастности экрана. Как известно, размер экрана значительно влияет на количество и величину элементов на экране. Чем крупнее экран, тем большими можно сделать изображение или текст, тем проще и с меньшим зрительным напряжением его можно будет читать.

Размер пикселя влияет на плавность и четкость изображения, а при малом по размерам экране существенно сказывается на способности идентифицировать мелкий текст или изображение.

При пользовании электронным изданием пользователь взаимодействует с интерфейсом издания или операционной системы, параметры монитора и типы устройств ввода информации часто являются определяющими для размеров элементов интерфейса, элементов для идентификации и навигации по электронному изданию. Квалификация пользователя влияет на его задатки к распознаванию элементов интерфейса, понимание логики навигации по электронному изданию, способность опознавать текст и изображения силуэтом. Более опытному пользователю известно большее количество шаблонов поведения при пользовании

электронным изданием, а также пиктограмм; упрощается процесс их распознавания, обеспечивается приблизительное понимание соответствующего результата на определенное взаимодействие с интерфейсом.

Используя результатов анкетирования и используя метод попарных сравнений, авторами впервые обобщены сведения и установлено, на какие критерии следует больше уделять внимания при создании электронных изданий для детей с недостатками зрения.

Совокупность полученных критериев составляет некоторое множество $H = \{h_1, h_2, \dots, h_n\}$. Из нее определим подмножество $H_I \in H$ наиболее существенных критериев. Математическое обозначение предложено дополнить мнемоническими названиями:

- h1 – освещение помещения (ОП);
- h2 – операционная платформа (ОПЛ);
- h3 – квалификация пользователя (КП);
- h4 – интерфейс (И);
- h5 – размер пикселя (РП);
- h6 – геометрический размер экрана (ГРЭ);
- h7 – расстояние от экрана (РЭ);
- h8 – контрастность экрана (КЭ).

Подмножество критериев H_I и возможное взаимовлияние между ними предложено отразить в виде ориентированного графа (рис. 1), В вершинах которого разместим элементы подмножества H_I . Дуги при этом будут соединять смежные вершины (h_i, h_j) , для которых определена связь, что свидетельствует о зависимости фактора h_i от h_j [9]. Например, операционная платформа зависит от интерфейса и размера экрана пользователя. В свою очередь, на расстояние от экрана влияет интерфейс электронного издания.

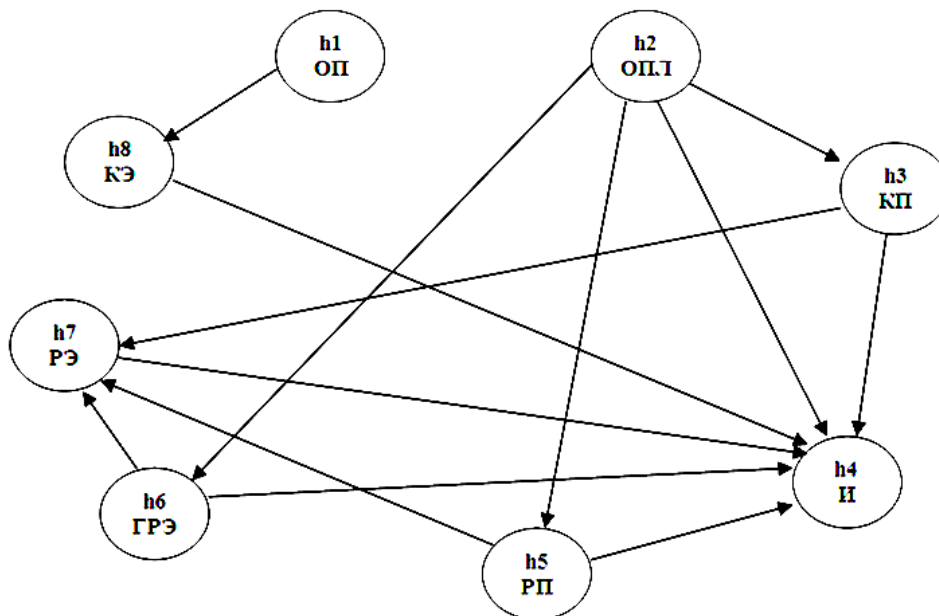


Рис. 1. Граф связей между критериями удобства восприятия детьми с нарушениями зрения информации в электронных изданиях

(составлено авторами)

На основе вышеприведенного графа построим бинарную матрицу зависимости B для множества вершин H следующим образом:

$$b_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } i \text{ фактор не зависит от } j \\ 1, & \text{если } i \text{ фактор зависит от } j \end{cases} \quad (1)$$

Для лучшего отображения, авторами предложено матрицу H поместим в табл. 1, добавив к ней информационную строку и столбец с мнемоническими названиями критериев.

Таблица 1

	1	2	3	4	5	6	7	8
	ОП	ОПЛ	КП	И	РП	ГРЭ	РЭ	КЭ
1	ОП	0	0	0	0	0	0	1
2	ОПЛ	0	0	1	1	1	1	0
3	КП	0	0	0	1	0	0	1
4	И	0	0	0	0	0	0	0
5	РП	0	0	0	1	0	0	1
6	ГРЭ	0	0	0	1	0	0	1
7	РЭ	0	0	0	1	0	0	0
8	КЭ	0	0	0	1	0	0	0

(составлена авторами)

Используя матрицу H , авторами предложено построить матрицу достигаемости таким образом. Сформируем бинарную матрицу $(I + B)$, где I – единичная матрица, которую поднимем в степень k , чтобы выполнялось условие [9].

$$(I + \hat{A})^{k-1} \leq (I + B)^k = (I + B)^{k+1} \quad (2)$$

Построение сводится к заполнению табл. 2, подобно вышеприведенной, бинарные элементы определим по следующему правилу:

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если с вершины } i \text{ можно попасть в } j \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Таблица 2

	1	2	3	4	5	6	7	8
	ОП	ОПЛ	КП	И	РП	ГРЭ	РЭ	КЭ
1	ОП	1	0	0	1	0	0	1
2	ОПЛ	0	1	1	1	1	1	0
3	КП	0	0	1	1	0	1	0
4	И	0	0	0	1	0	0	0
5	РП	0	0	0	1	1	1	0
6	ГРЭ	0	0	0	1	0	1	0
7	РЭ	0	0	0	1	0	1	0
8	КЭ	0	0	0	1	0	0	1

(составлена авторами)

Вершину h_i именуют достигнутой с вершины h_j , если в ориентированном графе существует путь из h_j к h_i . Подмножество достигнутых вершин обозначим как $R(h_i)$. Вершину h_j называют предшественницей вершины h_i , если возможно достижение h_i с h_j . Подмножество вершин-предшественниц обозначим как $A(h_i)$.

Пересечением подмножеств вершин достигнутых и вершин предшественниц будет подмножество типа

$$A(h_i) = R(h_i) \cap A(h_i). \quad (4)$$

Множество вершин $A(h_i) = R(h_i) \cap A(h_i)$, для которых выполняется условие недостижимости с любой из вершин и остались множества H , может быть определено как уровень иерархии [9, 10].

Составляем табл. 3 с элементами h_i , $R(h_i)$, $A(h_i)$ и $R(h_i) \cap A(h_i)$. Для формирования подмножества $R(h_i)$ с i -й строки матрицы достигаемости выписываем номера элементов, имеющих единицы. Для формирования подмножества $A(h_i)$ с i -го столбца матрицы достигаемости выписываем номера тех элементов, которые тоже имеют единицы. Подмножество $R(h_i) \cap A(h_i)$ формируется как логическое пересечение элементов подмножеств $R(h_i)$ и $A(h_i)$.

Таблица 3

h_i	$R(h_i)$	$A(h_i)$	$R(h_i) \cap A(h_i)$
1	1, 4, 8	1	1 ←
2	2, 3, 4, 5, 6, 7	2	2 ←
3	3, 4, 7	2, 3	3
4	4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	4
5	4, 5, 7	2, 5	5
6	4, 6, 7	2, 6	6
7	4, 7	2, 3, 5, 6, 7	7
8	4, 8	1, 8	8

(составлена авторами)

Из табл. 3 видно, что равенство $A(h_i) = R(h_i) \cap A(h_i)$ выполняется для элементов 1 и 2, соответствующих критериям "освещение помещения" и "операционная платформа". Они

являются элементами первого уровня иерархии, поэтому следует считать их критериями низкого уровня приоритетности влияния на восприятие электронного издания пользователями с ограниченными возможностями. Исключаем из этой таблицы строки 1 и 2, а во втором столбце – цифры 1 и 2. В результате получаем табл. 4 для второй итерации.

Таблица 4

h_i	$R(h_i)$	$A(h_i)$	$R(h_i) \cap A(h_i)$
3	3, 4, 7	3	3 ←
4	4	3, 4, 5, 6, 7, 8	4
5	4, 5, 7	5	5 ←
6	4, 6, 7	6	6 ←
7	4, 7	3, 5, 6, 7	7
8	4, 8	8	8 ←

(составлена авторами)

В таблице 4 равенство (1) выполняется для элементов под номерами 3, 5, 6, 8, соответствующих критериям "квалификации пользователя", "размера пикселя", "размера экрана" и "контрастности экрана" – второго уровня иерархии.

Аналогично табл. 3 из табл. 4 исключаем строки 3, 5, 6, 8 и с другого столбца цифры 3, 5, 6, 8. Получаем табл. 5.

Таблица 5

h_i	$R(h_i)$	$A(h_i)$	$R(h_i) \cap A(h_i)$
4	4	4, 7	4
7	4, 7	7	7 ←

(составлена авторами)

В табл. 5 равенство (1) выполняется для элемента 7, соответствующего критерию «расстояние от экрана». Соответственно он является элементом третьего уровня иерархии.

Следовательно, получим иерархически структурированную модель (рис. 2), которая устанавливает приоритетность влияния рассматриваемой совокупности критериев на удобство восприятия электронного издания пользователями с ограниченными возможностями.

Таким образом, анализ критериев, влияющих на удобство восприятия информации с электронных изданий для детей с нарушениями зрения, и использование теории графов позволили впервые авторам построить структурированную модель иерархии критериев (рис.2) с выявлением приоритетности их влияния. Это дает возможность выделить основные критерии относительно степени влияния и в дальнейшем учесть их для оптимизации алгоритма системы построения электронного издания.

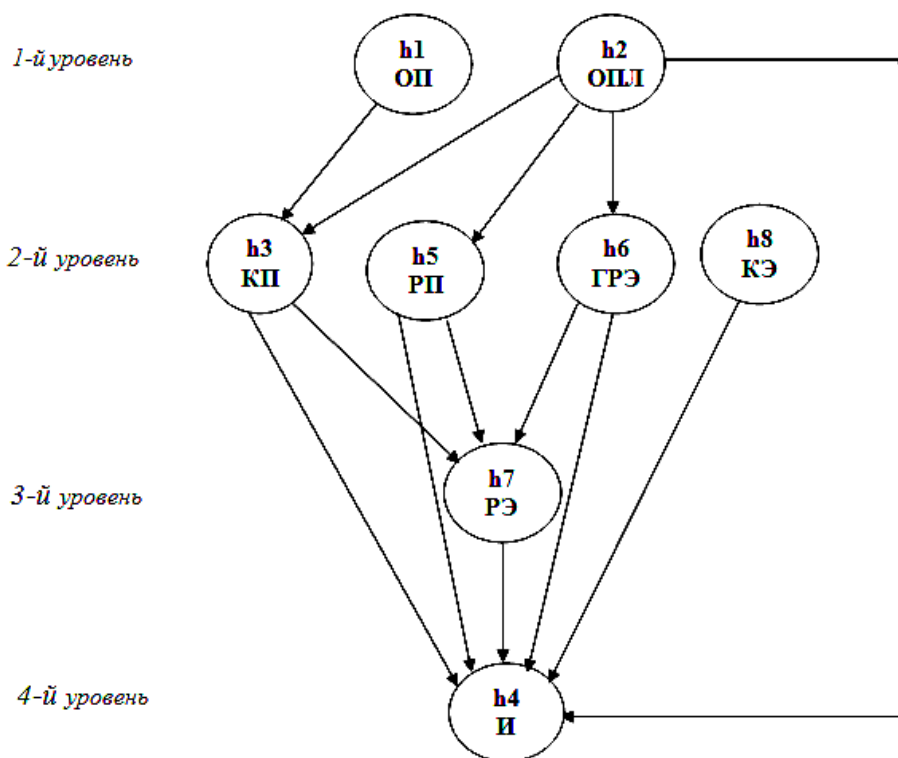


Рис. 2. Модель иерархии критериев удобства восприятия электронного издания пользователями с ограниченными возможностями зрения

(составлено авторами)

Данный способ представления иерархии критериев (внешних факторов) удобства восприятия информации с мониторов отражает, как приоритетность критериев на нижних уровнях иерархии влияет на приоритетность критериев на верхних уровнях. Предлагаемая впервые авторами модель показывает, что важнейшим критерием в нашем случае является "интерфейс электронного издания", который и обеспечивает качество восприятия информации с экрана. Не менее важны критерии "квалификация пользователей", "расстояние от экрана", "размер экрана" и "размер пикселя". Более весомым критерием является "расстояние от экрана". На низком уровне оказались критерии "освещение помещения" и "операционная платформа", имеющих, наверное, определенный смысл, поскольку при оборудовании кабинета особое внимание следует обратить на размещение рабочих мест детей. Кроме естественного освещения рабочих мест, необходимо использовать искусственное освещение. Наиболее критичным фактором, как мы уже знаем, является "интерфейс электронного издания": он будет влиять на все другие факторы. От компоновки интерфейса в большой степени будут зависеть качество восприятия информации с экрана монитора и характеристики других факторов.

Полученные нами результаты дают возможность правильно организовать рабочее место и качественно подобрать детям с нарушениями зрения все факторы, обеспечивающие удобное восприятие информации с мониторов компьютера или другого мобильного устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ирина Виртосу. Эксперимент с детьми [Электронный ресурс] / Виртосу Ирина. – Режим доступа: http://osvita.ua/school/inclusive_education/31182/. – Яз. укр., рус.
2. Тим Лореман. Главы из книги «Инклюзивное образование. Практическое пособие по поддержке разнообразия в общеобразовательном классе» [Текст] / Тим Лореман, Джоан Деппелер, Давид Харви. (перевод с английского языка Н.В. Борисова). – М.: 2008. – 78с. – Яз. рус.
3. Настояща К. До вопросов инклюзивного образования в Украине [Электронный ресурс] / К. Настояща. – Режим доступа: http://osvita.ua/school/inclusive_education/29475/. – Яз. укр., рус.
4. Кутинець С. Г. Инклюзивное образование [Электронный ресурс] / под. ред. С. Г. Кутинець. – Режим доступа: <http://mynvk.org.ua/inklyuzivna-osvita>. – Яз. укр., рус.
5. Ленив Зоряна. Университет – флагман инклюзивного образования в Западной Украине [Электронный ресурс] / Зоряна Ленив – Режим доступа: http://kameniar.franko.lviv.ua/cms/?Kamenyar_No_4%2C_kvitenmz_2011_r._Zoryana_Leniv_IUniversitet%26nbsp%3B__flagman_inklyuzivnoyi_osviti_v%26nbsp%3BZahidnii_UkrayiniI. – Яз. укр., рус.
6. Гавлишина А. А. Компьютер – современный способ деятельности старших дошкольников [Электронный ресурс] / А. А. Гавлишина – Режим доступа: http://navigator.rv.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2482:-&catid=86&Itemid=41. – Яз. укр., рус.
7. Сингилевич Т. В. Современные информационные технологии учебы та воспитания детей с нарушением зрения [Текст] / Т. В. Сингилевич, Л. П. Карасюк, М. А. Ратовська, Л. А. Завальнюк. – Киев : НПУ, 2008. – 308 с. – Яз. укр.
8. Манкиш В. И. Целесообразность использования компьютерной техники в учебном процессе [Электронный ресурс] / В. И. Манкиш – Режим доступа: http://kts-osvita.org.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=126. – Яз. укр., рус.
9. Сорока К. О. Основы теории систем и системного анализа [Текст] : уч. пособие / К. О. Сорока. – 2-е изд., перераб. и исправл. – Х.: Тимченко А. М., 2005, – 286 с. – Яз. укр.
10. Лямец В. И. Системный анализ. Вступительный курс [Текст] / В. И. Лямец, А. Д. Тевяшев. – 2-е изд., переработ. и допол. – Х.: ХНУРЕ, 2004. – 448 с. – Яз. рус.

Рецензент: Тимченко О.В., профессор кафедры автоматизации и компьютерных технологий Украинской академии печати, д.т.н., профессор.

Khamula Orest Grigor'evich

Ukrainian academy of Printing

Ukrainian, Lviv

E-mail: khog@yandex.ru

Vasiuta Svetlana Petrovna

Ukrainian academy of Printing

Ukrainian, Lviv

E-mail: lanapavliv@gmail.com

Yatsiv Markiy Romanovich

Ukrainian academy of Printing

Ukrainian, Lviv

E-mail: yamarkiy@gmail.com

Mathematical Model Design of Criteria Hierarchy Affecting the Quality of Information Perception in Electronic Editions for Children with Visual Impairments

Abstract. Problems existing in the Ukrainian inclusive education have been described in this article. Authors have investigated the possibilities and advantages of computer devices used in combination with special software as electronic editions for educational purposes. On the basis of the extended results obtained through the questionnaires and the data about external criteria influencing on the quality of information perception by children with visual disabilities the authors offered to use the method of pairwise comparisons. As a result a graph has been designed for the first time to show the correlations between the defined criteria arranged hierarchically according to their priority influence on the modeling of information presentation in electronic editions. The outcomes of investigations will make future researchers to pay attention to these criteria and develop more interesting and efficient electronic editions for children with visual impairments. The conclusions drawn from the obtained results are the following: the most valuable external criteria influencing on the improvement of perception of information from the computer screen are room lighting conditions and used operation system. The least valuable criterion is the interface of electronic edition; its parameters can be classified as internal criteria of influence (these ones will be investigated in the subsequent articles).

Keywords: inclusive education; computer device; electronic editions; interface; method of pairwise comparisons; graph of correlations.

REFERENCES

1. Irina Virtosu. Eksperiment s det'mi [Elektronnyy resurs] / Virtosu Irina. – Rezhim dostupa: http://osvita.ua/school/inclusive_education/31182/. - Yaz. ukr., rus.
2. Tim Loreman. Glavy iz knigi «Inklyuzivnoe obrazovanie. Prakticheskoe posobie po podderzhke raznoobraziya v obshcheobrazovatel'nom klasse» [Tekst] / Tim Loreman, Dzhoan Deppeler, David Kharvi. (perevod s angliyskogo yazyka N.V. Borisova). – M.: 2008. – 78s. – Yaz. rus.
3. Nastoyashcha K. Do voprosiv inklyuzivnogo obrazovaniya v Ukrainie [Elektronnyy resurs] / K. Nastoyashcha. – Rezhim dostupa: http://osvita.ua/school/inclusive_education/29475/. – Yaz. ukr., rus.
4. Kutinets' S. G. Inklyuzivnoe obrazovanie [Elektronnyy resurs] / pod. red. S. G. Kutinets'. – Rezhim dostupa: <http://mynvk.org.ua/inklyuzivna-osvita>. – Yaz. ukr., rus.
5. Leniv Zoryana. Universitet – flagman inklyuzivnogo obrazovaniya v Zapadnoy Ukrainie [Elektronnyy resurs] / Zoryana Leniv – Rezhim dostupa: http://kameniar.franko.lviv.ua/cms/?Kamenyar_No_4%2C_kvitenmz_2011_r._Zoryana_Leniv_IUniversitet%26nbsp%3B__flagman_inklyuzivnoyi_osviti_v%26nbsp%3BZahidnii_UkrayiniI. – Yaz. ukr., rus.
6. Gavlishina A. A. Komp'yuter – sovremennyy sposob deyatel'nosti starshikh doskol'nikov [Elektronnyy resurs] / A. A. Gavlishina – Rezhim dostupa: http://navigator.rv.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2482:-&catid=86&Itemid=41. – Yaz. ukr., rus.
7. Singilevich T. V. Sovremennye informatsionnye tekhnologii ucheby ta vospitaniya detey s narusheniem zreniya [Tekst] / T. V. Singilevich, L. P. Karasyuk, M. A. Ratovs'ka., L. A. Zaval'nyuk. – Kiev : NPU, 2008. – 308 s. – Yaz. ukr.
8. Mankish V. I. Tselesoobraznost' ispol'zovaniya komp'yuternoy tekhniki v uchebnom protsesse [Elektronnyy resurs] / V. I. Mankish – Rezhim dostupa: http://kts-osvita.org.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=126. – Yaz. ukr., rus.
9. Soroka K. O. Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza [Tekst] : uch. posobie / K. O. Soroka. – 2-e izd., pererab. i ispravl. – Kh.: Timchenko A. M., 2005, – 286 s. – Yaz. ukr.
10. Lyamets' V. I. Sistemnyy analiz. Vstupitel'nyy kurs [Tekst] / V. I. Lyamets', A. D. Tevyashev. – 2-e izd., pererabot. i dopol. – Kh.: KhNURE, 2004. – 448 s. – Yaz. rus.