

Н. С. Мальцева, Е. А. Барабанова, С. С. Гранкин

МЕТОДИКА ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Предмет исследования – система интерактивного обучения для лиц с ограниченными возможностями. Цель исследования – разработать универсальный алгоритм адаптирования учебного материала для лиц с ограниченными возможностями. Предлагается система, позволяющая заниматься образованием людей, имеющих проблемы со зрением, слухом, речью и т. д., за исключением имеющих проблемы с центральной нервной системой. Система позволяет определять, каким видам профессиональной деятельности можно обучать данного инвалида, какое программное обеспечение и дополнительное оборудование ему нужно для этого установить. Для слепых – это скринридер, речевой синтезатор, экран Брайля. В случае наличия у пользователя нескольких физических недостатков система автоматически подберет необходимое программное обеспечение и устройства. Возможно как удаленное обучение через сеть Интернет, так и обучение на базе специальных учебных кабинетов.

Ключевые слова: инвалиды, обучение, интерактивность, алгоритм, доступность, преобразование.

Введение

Количество инвалидов в России по данным на 2014 г. составило свыше 13 млн человек. Многие из них – в возрасте от 18 до 28 лет. Несмотря на высокий уровень развития инфокоммуникационных технологий, проблема получения образования (высшего или среднего) для лиц с ограниченными возможностями актуальна и по сей день. Ограниченные физические и материальные возможности инвалидов являются причиной их обособленности от общества, затрудняют образование и последующее трудоустройство. Дистанционное обучение – это возможность для инвалида получить достойное образование при небольших материальных затратах.

В 1991 г. на предприятиях Всероссийского общества слепых работало свыше 50 тыс. незрячих, в настоящее время их всего 6 тыс. по всей России. Резкое ухудшение ситуации произошло после распада СССР. По трудоустройству инвалидов страна до сих пор не может достичь показателей советского времени. Главная причина кризиса в этой сфере – отсутствие необходимого количества учебных заведений, которые готовили бы специалистов подобного рода. Если трудоустроить миллионы российских инвалидов, которые хотят, но не могут получить образование и, как следствие, найти работу, бюджет страны, по оценкам некоторых специалистов, мог бы получить до 530 млн руб. в год [1].

Создание специального учебного заведения в настоящий момент – задача не из самых простых и дешевых. Намного проще бы было интегрировать в образовательное учреждение уже готовый программный продукт, который позволил бы обучать людей с ограниченными возможностями. В этом направлении разработано множество технологий, которые никак не связаны между собой. Примерами таких технологий могут служить экранная лупа, встроенная в операционную систему Windows, речевые синтезаторы или экран Брайля. Наша методика строится именно на таких технологиях, но при этом она уникальна, т. к. максимально адаптируется под каждого пользователя.

Предмет нашего исследования – методика интерактивного обучения для лиц с ограниченными возможностями.

Цель исследования – разработать универсальный алгоритм адаптирования учебного материала для лиц с ограниченными возможностями.

Модель преобразования учебного материала

Предлагаемая методика позволяет заниматься образованием людей, имеющих проблемы со зрением, слухом, речью и т. д., за исключением имеющих проблемы с центральной нервной системой. Методика позволяет определять, каким видам профессиональной деятельности можно обучать данного инвалида, какое программное обеспечение и дополнительное оборудование ему нужно для этого установить. Для слепых это скринридер, речевой синтезатор, экран Брайля.

В случае наличия у пользователя нескольких физических недостатков система автоматически подберет необходимое программное обеспечение и устройства. Возможно как удаленное обучение через сеть Интернет, так и обучение на базе специальных учебных кабинетов.

В данной методике используется классическая модель обучения: от теории к практике, от практики к исследованиям. Предполагается прохождение трех основных стадий: подготовка, т. е. изучение теоретического материала, интерактивное обучение (тестирование и моделирование) и программная оценка знаний посредством тестирования и моделирования (рис. 1).

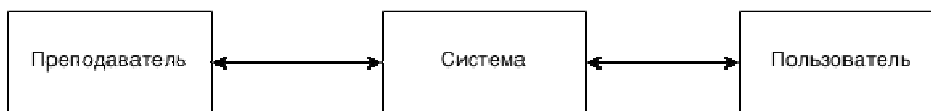


Рис. 1. Модель взаимодействия пользователя и преподавателя

Методика использует классическую модель системы дистанционного образования. Преподаватель загружает обычные учебные материалы (текстовые файлы Word, презентации и т. д.), они, в свою очередь, добавляются в базу системы. При этом создается новый раздел или обновляется существующий. Пользователь авторизуется в системе, при этом система уже знает, какой физический недостаток есть у пользователя. На основании этих данных учебные файлы преобразуются в такой формат, который будет удобен для восприятия пользователю (рис. 2). Если, например, у него слабое зрение и проблемы с восприятием цветов, система, на основании этих данных, увеличит шрифт, изменит контрастность и т. д. Пользователь изучает теоретический материал, после чего переходит к практике. В случае успешного прохождения тестирования открывается доступ к следующему теоретическому разделу. Информация о результатах тестирования доступна преподавателю и самому пользователю. В зависимости от этих результатов преподаватель может корректировать процесс обучения, подстраиваясь к каждому учащемуся в отдельности.

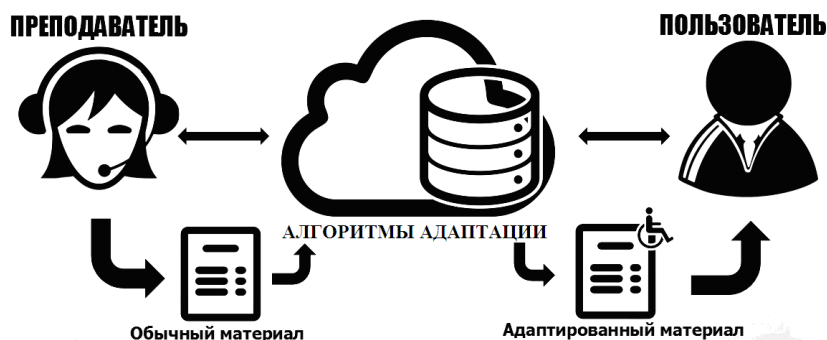


Рис. 2. Адаптация учебного материала

Процесс адаптации реализуется благодаря автоматическому преобразованию учебных материалов в такой формат, который будет удобен для восприятия людям с ограниченными возможностями. Работает этот модуль благодаря предлагаемой методике.

Методика адаптации контента системы

Предлагаемая методика построена на основе рекомендации по доступности web-контента (WCAG 2.0) Консорциума Всемирной паутины (World Wide Web Consortium – W3C) и позволяет адаптировать контент для каждого пользователя в отдельности. Основу методики составляют 4 принципа:

- доступность;
- управляемость;
- понятность;
- надежность.

Нетекстовый контент. Весь нетекстовый контент, предоставленный пользователю, имеет эквивалентную текстовую версию, в том числе и медиа контент [2].

Информация и взаимосвязи. Визуально отображенная информация, структура и взаимосвязи могут быть программно определены или доступны в текстовой версии.

Сенсорные характеристики. Инструкции, необходимые для понимания и использования контента, не зависят исключительно от сенсорных характеристик контента (таких как форма, размер, визуальное расположение, ориентация или звук).

Контраст (минимальные требования). Текст и текст на изображениях должны иметь коэффициент контрастности не менее 4,5 : 1.

Коэффициент контрастности $(L_1 + 0,05) / (L_2 + 0,05)$, где L_1 – относительная яркость наиболее светлого из цветов; L_2 – относительная яркость наиболее темного из цветов;

Относительная яркость. Относительная яркость любой точки в цветовом пространстве, нормализованная относительно «0» для самого темного черного и «1» для самого светлого белого.

Почти все современные системы используют для отображения контента кодирование sRGB. Если смещение цветов происходит после отображения, то проводится оценка яркости исходного цвета. Для цветов, которые смешиваются в исходном виде, должны использоваться средние величины цветов (средний R, средний G, средний B).

Изменение размеров текста. Размер шрифта текста, за исключением титров и изображений текста, может быть изменен пользователем в пределах до 200 % без использования ассистивных технологий (экранные лупы, скринридеры) и без потери контента или функциональности.

Контраст (расширенные требования). Визуальное отображение текста и текст на изображениях должны иметь коэффициент контрастности не менее 7 : 1. Исключение составляют следующие случаи:

- увеличенный текст – увеличенный текст и увеличенный текст на изображениях имеют коэффициент контрастности не менее 4,5 : 1;

- второстепенный текст – текст или текст на изображениях, которые являются частью неактивных компонентов пользовательского интерфейса или выполняют только декоративную функцию, или являются невидимыми для пользователей, или входят в состав изображения, содержащего более важный контент, не требуют соблюдения коэффициента контрастности;

- логотипы – требования по минимальному контрасту не относятся к тексту, нанесенному на логотип или торговую марку.

Отсутствие звука либо тихий фоновый звук [1]. Для предварительно записанного аудио контента, который представлен в основном речевой информацией на переднем плане, не является аудиокапчей или аудиологотипом, не является вокализацией музыкального произведения (таким, как пение или рэп), применяется, как минимум, одно из следующих положений:

- отсутствует фоновый звук – аудиоряд не содержит фоновых звуков;
- фоновый звук отключается – фоновые звуки могут быть выключены;
- 20 дБ – фоновые звуки должны быть тише, чем звук голосового контента переднего плана минимум на 20 дБ, за исключением отдельных звуков продолжительностью не более 1–2 с.

Визуальное отображение. Для визуального отображения текстовых блоков доступны механизмы, позволяющие обеспечить следующие характеристики:

- цвет текста и фона могут быть выбраны пользователем;
- ширина строки не должна превышать 80 символов или глифов;
- текст не должен быть выровнен по ширине строки (одновременно по правому и левому полям);

- межстрочный интервал (междустрочие) внутри абзаца должен быть не менее 1,5 интервала, а интервал между абзацами должен быть больше межстрочного интервала минимум в 1,5 раза;

- размер шрифта текста можно изменить в пределах 200 без применения ассистивных технологий, чтобы пользователю не нужно было прибегать к горизонтальной прокрутке для прочтения строки при полноэкранном режиме отображении страницы.

Клавиатура. Всей функциональностью контента можно управлять с помощью клавиатуры без каких-либо ограничений по времени нажатия на клавишу, за исключением случаев, когда вызываемая функция требует ввода, зависящего от направления движения пользователя, а не только от конечной точки.

Пороговые значения вспышек вообще и красных вспышек в частности. Вспышки или быстро сменяющаяся последовательность изображений имеют значения ниже пороговых (т. е. контент соответствует требованиям), если верно одно из нижеследующих утверждений:

- в одну секунду происходит не более трех вспышек и (или) трех красных вспышек;
- общая площадь одновременных вспышек не более 0,006 стерадианов в пределах 10 градусов видимого поля на экране (25 % любых 10 градусов визуального поля на экране) при стандартном отдалении от экрана, где:

а) вспышка определяется как пара противоположных значений относительной яркости на 10 % или более максимальной относительной яркости, где относительная яркость самого темного изображения ниже 0,80 и где пара противоположных значений характеризуется увеличением после уменьшения или уменьшением после увеличения яркости;

б) красная вспышка определяется как пара противоположных переходов, включающих в себя насыщенный красный цвет.

Исключение: Вспышка, которая является выверенным, сбалансированным паттерном, таким как модель белого шума или модель шахматной доски, где «квадраты» менее 0,1 градуса (видимого поля на типичном расстоянии просмотра), соответствует порогу восприятия [3].

В предлагаемой методике учитываются вышеперечисленные принципы. Особенностью является привязка критериев оптимальности к определенным технологиям виртуального и реального мира. Примером технологии реального и виртуального мира может служить связь между разрешением и уплотнением пикселей экрана конечного пользователя. Простой пример работы данной методики: разрешение Macintosh – 72dpi, а 1 пункт – абсолютная единица измерения, равная 1/72 дюйма, следовательно, для Macintosh 1 пункт равен 1 пикселю, т. е. в каждом дюйме на мониторе Mac ровно 72 пикселя. Для того чтобы нормально визуализировать букву (глиф), включая верхний элемент литеры (часть строчной буквы, возвышающаяся над основной строкой и подстрочный элемент литеры, необходимо как минимум 9 пикселей. Размер шрифта в 8 пунктов означает, что для его визуализации будет использовано только 8 пикселей, которых недостаточно для четкой визуализации шрифта на мониторах с разрешением в 72dpi.

На рис. 3 показана структурная модель системы обучения, работающей по разработанной методике.

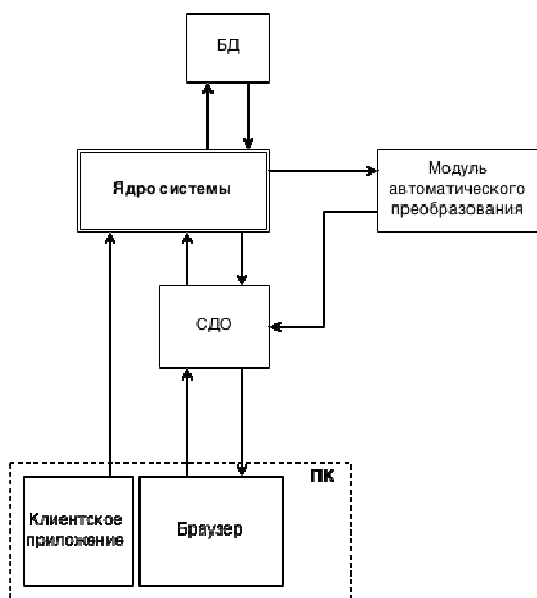


Рис. 3. Структурная модель системы:
СДО – система дистанционного образования; БД – база данных

Программой основой для реализации данного модуля послужил предпроцессор LESS. Написанный на JavaScript, LESS дополняет CSS динамическим функциями: переменными, смешиваниями (Mixins), операциями и функциями. Документация LESS является наиболее дру-

желюбной для разработчика, а синтаксис похож на чистый CSS. Фреймворки, такие как TwitterBootstrap, активно используют динамические возможности LESS. LESS также позволяет повторно использовать классы в качестве примешиваний в любом месте текстовой части (рис. 4) стилей. Есть два способа использования LESS. Первый подразумевает создание less-файла и его конвертирование при помощи Javascript. Для этого нужно добавить две строки в тег <head> HTML-документа, сначала подключается LESS-файл, а затем – LESS.JS-библиотека. Второй способ – это предварительная компиляция и использование получившегося CSS-файла.

```
<link rel="stylesheet/less" type="text/css" href="style.less">
<script src="less.js" type="text/javascript"></script>
```

Рис. 4. Пример подключения препроцессора LESS к HTML документу

Наличие переменных в языке LESS позволяет нам сохранять значение в константу, которую позже можно будет использовать в таблице стилей.

```
1 | @color-base: #2d5e8b;
2 |
3 | .class1 {
4 |   background-color: @color-base;
5 | }
6 | .class2 {
7 |   background-color: #fff;
8 |   color: @color-base;
9 | }
10| .class3 {
11|   border: 1px solid @color-base;
12| }
```

Рис. 5. Пример использования переменных

В приведенном выше примере (рис. 5) мы сохранили цвет #2d5e8b в переменную @color-base. Теперь, если нам захочется изменить цвет, достаточно изменить только одну переменную.

Этапы процесса обучения

Процесс обучения, построенный по предлагаемой методике, можно разбить на несколько этапов.

Этап 1. Изучение теоретического материала.

Каждый учащийся, находясь на своем рабочем месте (при обучении в учебном-кабинете), изучает теоретический материал, наглядно представленный в виде анимированных слайдов с текстовыми пояснениями (для людей, имеющих проблемы со зрением, система упростит интерфейс, убрав из него все анимации, переходы и т. д.).

Этап 2. Проверка уровня знаний с помощью тестирования.

После получения необходимых теоретических знаний учащемуся предлагается пройти тестирование. Тестирование – это получение допуска к лабораторным работам и к следующему теоретическому курсу. Допуск к лабораторным работам представляет собой набор вопросов, на которые учащийся должен дать ответы. При успешном прохождении допуска возможен переход к третьему этапу обучения – моделированию. Если допуск к лабораторным работам не был получен, программа анализирует ошибочные ответы и генерирует выборку разделов теории для повторного изучения. После повторного изучения предложенного материала учащийся может снова приступить к прохождению теста (предлагается несколько попыток прохождения тестирования).

Этап 3. Моделирование (лабораторные работы).

Этот этап реализуется после прохождения тестирования и представляет собой выполнение лабораторных работ, построенных по принципу постепенно усложняющихся заданий. Часть заданий предназначена для закрепления знаний, полученных при изучении теории (блочные задания), другая часть заданий – непосредственное проведение лабораторных работ.

Этап 4. Анализ уровня знаний учащихся подсистемой статистики.

При прохождении тестирования или выполнении заданий по моделированию для каждого учащегося формируется блок статистики, содержащий дату и время получения допуска и (или) выполнения лабораторной работы; количество попыток; места, в которых возникли затруднения (конкретные вопросы допуска и (или) задания лабораторной работы). Эти данные доступны учащимся и передаются на рабочее место преподавателя.

Этап 5. Отчетность.

При выполнении лабораторных работ по каждой из работ формируются отчеты (в электронном и (или) печатном виде), которые содержат:

- общую информацию: название курса обучения; фамилия учащегося; группа; дата составления отчета; название лабораторной работы;
- информацию о получении допуска: дата успешного прохождения допуска; количество попыток и время, затраченное на прохождение (суммируется время всех попыток); вопросы, при ответе на которые были допущены ошибки;
- информацию о выполнении лабораторной работы: номер; название; цель; количество попыток; статус (выполнена/не выполнена); время (суммируется для всех попыток); номера заданий, где было допущено большое количество ошибок; функциональная схема рассматриваемого участка сети.

Этап 6. Дистанционный контроль процесса обучения.

В процессе изучения теоретического материала, прохождения тестирования и выполнения заданий по моделированию преподаватель может дистанционно наблюдать работу (активность) каждого из учащихся через свою учетную запись. Отчеты по выполненным лабораторным работам и статистика для каждого из учащихся также выводятся на рабочее место преподавателя. Таким образом, преподаватель имеет полное представление о процессе обучения каждого из пользователей и может его контролировать, что поднимает эффективность его работы как с аудиторией в целом, так и индивидуально с каждым студентом.

Заключение

В связи с невозможностью массового внедрения передовых программно-аппаратных комплексов зарубежных производителей для обучения инвалидов ввиду их чрезмерно высокой стоимости, предлагаемая нами методика в корне изменит ситуацию с получением образования для лиц с ограниченными возможностями в России. Простота и дешевизна данной методики и системы, построенной на её основе, делают ее более доступной для людей с физическими недостатками. Методика в ходе исследования позволяет полностью в автоматическом режиме осуществлять преобразование учебных материалов и интерфейса самой системы. Построенная на этой методике система дистанционного обучения, благодаря ее модульности, открывает возможность интеграции в уже существующие системы, а широкий функционал – возможность заниматься обучением по разным направлениям и дисциплинам. Все это позволяет организовать процесс обучения либо в стенах вуза, либо дистанционно – посредством сети Интернет. Проектирование системы с ее начала осуществляется с учетом рекомендаций и пожеланий людей, которые имеют те или иные физические отклонения, поэтому в будущем не будет необходимости в обучении пользователей работе в данной системе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Проблема доступности профессионального образования для лиц с ограниченными возможностями здоровья в городе Москве*. М.: ООО «Международная актуарная компания», 2012. 212 с.
2. *Фирсов М. В.* Теория социальной работы: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед. / М. В. Фирсов, Е. Г. Студенова. М.: ВЛАДОС, 2008. 423 с.
3. *Социальная работа* / под ред. проф. В. И. Курбатова. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 576 с.

Статья поступила в редакцию 2.06.2015,
в окончательном варианте – 1.07.2015

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мальцева Наталия Сергеевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры «Связь»; Maltsevans@mail.ru.

Барбанова Елизавета Александровна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры «Связь»; ElizavetaAlexB@yandex.ru.

Гранкин Сергей Сергеевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; студент, направление «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»; tel.nex@yandex.ru.



N. S. Maltseva, E. A. Barabanova, S. S. Grankin

METHODS OF INTERACTIVE TRAINING OF PEOPLE WITH DISABILITIES

Abstract. The object of the research is a system of interactive training for people with disabilities. The purpose of the study is to develop a universal algorithm for adapting the educational material for people with disabilities. The proposed system will help educate people, who have problems with vision, hearing, speech, etc., except for those, who have central nervous system problems. The system will allow you to determine what type of professional activity can be taught to the disabled, what software and additional equipment will be needed for installation. Screen readers, speech synthesizer, Braille screen will be applied for blind people. In case when a user has multiple physical disabilities the system will automatically choose the necessary software and devices. Remote training via Internet as well as specialized classrooms may be applied.

Key words: disabled people, training, interactivity, algorithm, accessibility, conversion.

REFERENCES

1. *Problema dostupnosti professional'nogo obrazovaniia dlia lits s ogranichennymi vozmozhnostiami zdorov'ia v gorode Moskve* [Problem of the accessibility of professional training for people with disabilities in Moscow]. Moscow, ООО «Mezhdunarodnaia aktuarnaia kompaniia», 2012. 212 p.
2. Firsov M. B., Studenova E. G. *Teoriia sotsial'noi raboty* [Theory of social work]. Moscow, VLADOS Publ., 2008. 423 p.
3. *Sotsial'naia rabota* [Social work]. Pod redaktsiei prof. V. I. Kurbatova. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2009. 576 p.

The article submitted to the editors 2.06.2015,
in the final version – 1.07.2015

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maltseva Natalia Sergeevna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor; Assistant Professor of the Department "Communication"; ElizavetaAlexB@yandex.ru.

Barabanova Elizaveta Aleksandrovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor; Assistant Professor of the Department "Communication"; ElizavetaAlexB@yandex.ru.

Grankin Sergey Sergeevich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Student, Directions "Information and Communication Technologies and Communication Systems"; tel.nex@yandex.ru.

