

## Digital Accessibility for People with Special Needs: Research, Methodology, Analysis of Accessibility

Galina Bogdanova<sup>1</sup>, Negoslav Sabev<sup>1</sup>, Mirena Todorova-Ekmekci<sup>2</sup>, Nikolay Noev<sup>1</sup>, Kalina Sotirova-Valkova<sup>1</sup>, Todor Todorov<sup>1,3</sup>, Zhivko Tomov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institute of Mathematics and Informatics at the Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria

<sup>2</sup> Institute of Ethnology and Folklore Studies with Ethnographic Museum at the Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria

<sup>3</sup> "St. Cyril and St. Methodius" University of Veliko Tarnovo, Bulgaria

<sup>4</sup> "Prof. d-r Asen Zlatarov" University of Burgas, Bulgaria

**Abstract:** The paper presents a major part of the research work of a team of scientists under project No. KP-06-H42/4, funded by the National Institute for Scientific Research, concerning the analysis, evaluation, and improvement of digital accessibility for people with disabilities. The research aims to support accessibility for people with severe or total vision loss, as well as understanding the problems they face, and the ways to overcome them. This includes offering a methodology for assessment, analysis and evaluation of accessibility tested on more than 100 sites and documents. Software programmes were also reviewed for accessibility. The paper also includes examples offering more adequate digital presentations of information to people with disabilities. Examples include a site with accessibility and QR codes, a training site and a system with appropriate digital representation and encoding of information.

**Keywords:** Accessibility, Methodology, Analysis, Websites, Documents, Software, Evaluation, Ecosystems, Disability, Digital Presentation of Information

## Дигитална достъпност за хора със специални потребности: проучване, методология, анализ на достъпност

Галина Богданова<sup>1</sup>, Негослав Събев<sup>1</sup>, Мирена Тодорова-Екмекджи<sup>2</sup>, Николай Ноев<sup>1</sup>, Калина Сотирова-Вълкова<sup>1</sup>, Тодор Тодоров<sup>1,2</sup>, Живко Томов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Институт по математика и информатика при Българска академия на науките, София, България

<sup>2</sup> Институт за етнология и фолклористика с етнографски музей при Българска академия на науките, София, България

<sup>3</sup> Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, България

<sup>4</sup> Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Бургас, България

**Резюме:** Разработката представя основна част от работата на екипа от учени по проект №КП-06-Н42/4 към ФНИ за проучване и подобряване на онлайн достъпността за хора с увреждания. Изследването цели да подпомогне достъпността за хората със силно или напълно изгубено зрение, както и

разбирането на проблемите, с които те се сблъскват, и начините за преодоляването им, така че да може да се систематизират и изградят ефективни похвати, критерии и методология за анализ, оценка и подобряване на дигиталното представяне на информация. Предложени са методология и критерии за анализ и тестване, приложени на над 100 сайта и документи, развивани и подобрявани по време на проекта. Разгледани и тествани са и софтуери. Представени са и примери за подобряване на дигиталното представяне на информация онлайн към хора с нарушено зрение, включително сайт с достъпност и QR кодове, обучителен сайт и система със подходящо дигитално представяне и кодиране на информацията.

**Ключови думи:** достъпност, методика, анализ, уеб сайтове, документи, софтуер, оценка, екосистеми, хора с увреждания, дигитално представяне на информация

## Въведение

Европейска директива 2016/2102 поставя начало на уеднаквяването на разнообразните юридически норми и практики в страните членки по отношение достъпността на уеб средата. Обект на тези норми са организациите от публичния сектор. С транспонирането на Европейския акт за достъпност в националните законодателства същите изисквания ще бъдат приложими и към много от субектите в частния сектор.

С поставените минимални изисквания и промяната на националните законодателства в синхрон с изискванията на европейското законодателство в областта на достъпността на уебсайтовете и приложенията, хората с увреждания имат възможност да предоставят обратна връзка за тяхната достъпност. По този начин те се озовават в позицията да обясняват какви проблеми са налице, до каква информация нямат достъп, къде са бариерите пред достъпността. Липсата на специализирано обучение и кадрови потенциал, извършването на изграждането и поддръжката на сайтовете извън организацията, както и слабата информираност по техническите въпроси на самите хора с увреждания могат да доведат до неефективна комуникация, раздразнение и взаимни обвинения, породени от неразбирането същността на проблемните точки и от двете страни.

## I. Методология за тестване на уеб сайтове и документи

Настоящата методика на изследването цели да подпомогне достъпността за хората със силно или напълно изгубено зрение, както и разбирането на проблемите, с които те се сблъскват, и обяснението им, така че да може да се изградят ефективни модели и похвати за оценка, подобрене и модели за по-адекватно дигитално представяне на информацията.

Представената методика и последващи примерни въпросници са създадени и усъвършенствани във времето като с тях са тествани над 100 уеб сайта, от които 50 са на музеи (от общо 209 музеи в България) в различни периоди от време, както и

десетки документи на публични и институционални сайтове (Todorov, Bogdanova and Todorova-Ekmekci, 2022), (Bogdanova et al., 2021) и (Todorova-Ekmekci, Todorov and Sotirova-Valkova, 2021).

Тестването по методиката задължително следва да се извършва с екранен четец. Методиката взема предвид, но не следва строго указанията на стандартите на W3C WCAG<sup>1</sup> и европейския EN 301 549, но въпросниците са съобразени изцяло с хората, чието зрение е недостатъчно за самостоятелна и ефективна употреба на монитор, мишка или друго посочващо устройство (Basel, Bataineh and Kamoun, 2013).

Методиката се изгражда върху комбинация от автоматизирано тестване по определени критерии със специализирани софтуери или добавени функционалности към браузер и потребителско тестване от хора с нарушено зрение. Тестването със софтуер може да обхване бързо голям обем от страници и да ги тества за базисна достъпност, но то не може да изследва в детайл практическата действителна достъпност за хора с увреждания. Включването на човешкия фактор може да е много по-прецизно, задълбочено, и да обхване елемента “функционална достъпност” отвъд базисния достъп до информацията. Автоматичното тестване на уеб сайтове, софтуери, документи и приложения е специфично при всяка категория и следва да бъде описано по-подробно в отделни научни публикации, като публикацията (Todorov, Bogdanova and Todorova–Ekmekci, 2022) за софтуерното тестване на уеб сайтове.

Преди извършването на същинското тестване при уеб сайтовете се изпълняват няколко предварителни стъпки, определящи обхвата и посоката на тестване.

### **1. Подбор на област на интереси**

Опитът е доказал, че тематичният и насочен подбор по области дава по-обективна, по-пълна и задълбочена представа в изследвания сектор. Тази стъпка определя коя точно област ще е фокус на изследването, например - образование, здравеопазване, услуги и др. Необходимо е избягването на хаотичния и смесен подход при подбора. При тестването по области могат да се подберат по-лесно критерии, както и да се достигне до по задълбочени и адекватни резултати, съответстващи на необходимата достъпност за дадената област.

### **2. Прецизиране на набора от страници за тестване**

Изследването на абсолютно всички страници в даден сайт, особено ако броят им се изразява в хиляди е необосновано. Подобен подход би отнел твърде много време и ресурси, а и неимоверно би затруднил обикновения потребител.

---

<sup>1</sup> W3C Accessibility Standards Overview. – (Accessed: 27.05.2022). <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/>

Тази стъпка цели по-нататъшно фокусиране върху основните и специфични за дадения сайт страници чрез ограничаване на извадката. Обикновено се включват началната страница, една или няколко страници от съществено значение и със специфична цел, страница с информация, контакти, формуляр, мултимедийно съдържание.

### **3. Автоматизирано тестване**

Автоматизираното тестване съкращава необходимото време за провеждане на част от тестовете, тъй като се извършва машинно чрез предварително зададени критерии по стандарт, чийто обхват в някои от инструментите може да се избира по версия на стандарта и ниво на съвместимост. При проучването са разгледани следните софтуерни тестващи инструменти - WAVE, AXE, TAW, Accessibility Insides и Lighthouse. Различните инструменти, разбира се, предлагат различен набор от тестове, както и различен интерфейс, но са подбрани така, че да предоставят достъпност за ползване с екранен четец. При тяхната употреба ще се взема предвид и обхватът на въпросника, като се съобразят с валидните за специфичния потребителски кръг критерии.

Трябва да се има предвид, че машинното тестване от потребителска страна идентифицира между 25 и 40% от всички възможни грешки и пропуски в достъпността. Освен сравнително ниското ниво на откриваемост на проблемите, проблем е и валидирането на резултатите. Например наличието на алтернативен текст за изображение не означава, че той е подходящ, както и правилното деклариране на основния език на страницата или коректността на заглавията.

Това налага необходимостта от допълнителна проверка и валидиране на резултатите от човек, който умее да ползва екранен четец и може да прецени коректността на подадената информация.

Резултатите от автоматизираното тестване дават ориентация при определяне на основните проблемни точки с достъпността, които следва да се подобряват, за да отговарят на стандартите за достъпност на уеб съдържанието, но допълнително тестване от хора с увредено зрение също е необходимо, тъй като софтуерът не може да открие всички важни проблеми на сайтовете, свързани с достъпността, функционалността и използваемостта от тях. Това е въпрос и на следващи изследвания.

### **4. Потребителско тестване**

Потребителското тестване също е редно да се извършва от лица със силно или напълно изгубено зрение, които при работата си с компютър и в уеб среда ползват екранен четец. То се извършва за различни аспекти на уеб структурата и съдържанието, които пряко се отнасят до възприятието, разбирането, управлението и взаимодействието с интерфейса и съдържанието на уеб сайтовете в реални условия. Целта е да се провери в чисто практически аспект до каква степен една уеб страница предоставя възможност за ориентация, навигация, разбиране и

ползваемост. Конкретните критерии, по които се извършва съответната оценка, могат да се причислят към една или повече от посочените групи, тъй като тяхното прилагане зависи от конкретния контекст, в който се ползват.

### **A. Ориентация**

Под ориентация се разбира наличието на ориентири като title елемента в страниците, етикетите и текстовете към интерактивните елементи, тяхната коректност и логична подреденост. Тук се включват и т.нар. нишки, както и табличните данни и свързаността им със заглавните клетки, тяхната организация и коректното им означаване.

### **B. Навигация**

Навигацията до голяма степен зависи от това дали елементите на интерфейса и съдържанието носят смислено семантично значение или се ползват нестандартни подходи при тяхното създаване, без да са взети предвид спецификациите и стандартите за използваните уеб технологии, което до голяма степен предопределя ниската достъпност на подобен подход. Навигацията се улеснява от семантичното значение и правилното ползване на различните елементи като хединги (заглавия), линкове (връзки или препратки), бутони, списъци (номерирани, неномерирани и дефиниционни), региони (landmarks), таблици и др. Употребата на региони хединги, формуляри и прочее групира и в голяма степен структурира обхванатото съдържание, като в определени случаи (при хедингите) се създава и йерархична структура, в която придвижването с екранни четци може да се случва бързо и лесно. Игнорирането на семантиката създава впечатление за монолитност на съдържанието, невъзможност за улеснена ориентация и бързо придвижване, което от своя страна предизвиква неприятно потребителско изживяване, както и загуба на ценно време.

### **C. Разбираемост**

Понякога споменатата по-горе монолитност възпрепятства разбирането в логиката на дадена подредба, като създава впечатление за хаотичност. От друга страна визуално изгледът може да представя стройна логична структура, но екранните четци отдават значение на програмирането и последователността и мястото на кода, което може изобщо да не отговаря на визуалното представяне. Подобна практика може да постави потребителите със зрителни нарушения в неизгодната позиция понякога да подреждат сложен пъзел от информация, вместо да могат да възприемат бързо и лесно необходимата информация.

### **D. Ползваемост**

Ползваемостта обхваща общото впечатление за степента, в която даден интерфейс и информацията могат да се възприемат и да се взаимодействат с тях. Тя отговаря на въпроси като дали потребителят може да взаимодейства с интерфейса, да извършва конкретни задачи като вписване, промени в настройки, извършване на

покупка, създаване на съдържание, публикуване на коментар, извличане на информация и т.н.

**Изброени са десет основни елемента, чиито особености и достъпност се изследват като критерии за достъпност на уеб сайтове и документи:**

1. Име; 2. Език; 3. Заглавия; 4. Четимост; 5. Структура на съдържанието – области, заглавия, текст; 6. Графично съдържание; 7. Интерактивни елементи; 8. Формуляри; 9. Мултимедия; 10. Медийни алтернативи.

На Фиг. 1 е представена схема с принципите и процеса на методиката за тестване на уеб сайтове и документи.



Фиг. 1. Схема с методиката за дигитално тестване на достъпност

## 5. Въпросник с критерии за потребителско тестване на сайтове и документи

Следващ етап от тестването е разработването на Въпросник с критерии за потребителско тестване, който да изследва основните параметри изброени по-горе като важни за достъпност на сайтове и документи. Предлагаме примерен въпросник, който авторите са усъвършенствали постепенно с различни тестови критерии, които са прилагани към тестване на десетки сайтове и документи.

### Начална страница и заглавие:

1. Налично ли е заглавие/ име;
2. Заглавието отразява ли основното съдържание на страницата/ документа



3. Налично ли е уникално заглавие за всяка отделна страница; Името на файла отразява ли по смислен начин съдържанието на документа;
4. Заглавието подсказва ли ясно и недвусмислено целта и съдържанието на страницата/ файла;
5. При наличие на файл, той отваря ли се с натискане на enter или се налага отстраняване на излишни символи;
6. След отваряне на файла налично ли е смислено заглавие на страницата/ документа;
7. При наличие на подменюта, страници, секции – лесна ли е навигацията към тях
8. Четимост на текста
9. Наличен ли е четим електронен текст или съдържанието е сканирано изображение;
10. Текстът формиран ли е от смислени символи или обхождането му се съпровожда от тишина или звук подобен на „лаене“;
11. Извежда ли се съобщение за липсващ шрифт;
12. Липсата на шрифт оказва ли влияние върху четимостта на текста с екранен четец

**Език:**

1. Езикът в кода на страницата или за текста на документа отговаря ли на „човешкия“ език, който се предполага;
2. Обявен ли е в кода/ документа езикът на различните от основния език пасажии;
3. Използват ли се замени на знаци от основния език със знаци и символи от други езици (български букви с английски или гръцки например);
4. Обявено ли е при първата употреба значението на съкращения и акроними;
5. Разбираем ли е смисълът на текста – употребени ли са думи и термини, чието значение е неясно и неразбираемо;

**Структура на съдържанието:**

Области (региони - landmarks):

1. Налични ли са региони;
2. Имената на регионите подсказват ли тяхното съдържание;

**Заглавия (хединги):**

1. Налична ли е структура от заглавия;

2. Налично ли е поне едно заглавие от първо ниво;
3. Правилна ли е йерархичността на структурата;
4. Налични ли са абзаци зададени като заглавия, които би следвало да са обикновен текст;
5. Наличен ли е текст, който би следвало да е заглавие, а не е семантично зададен като такъв;
6. Ясни и кратки ли са заглавията;

**Текст – подреденост, свързаност и логична последователност на текстовото съдържание;**

1. Текстът изчита ли се от екранния четец в логична последователност;
2. Свързаният в списък текст означен ли е като семантичен списък, който може да се обхожда с бързите навигационни клавиши на екранния четец;
3. Номерираните списъци имат ли логична последователност;
4. Налични ли са таблици с данни;
5. При обхождане на клетките в таблица разбира ли се към кой ред или колона принадлежат (съобщават ли се съответните заглавни за реда и колоната клетки);
6. Налични ли са сложни и объркващи таблици (обикновено това са вместени една в друга таблици, които са объркващи при навигация, дори с посочени заглавни клетки, ако са некоректно зададени);

**Графично съдържание:**

1. Налични ли са графични изображения в страницата/ документа;
2. Наличен ли е алтернативен (описателен) текст към изображенията;
  - a. Носи ли алтернативният текст ясен смисъл;
  - b. Подказва ли алтернативният текст съдържанието на изображението;
3. Контекстът подсказва ли наличие на информация в изображението, която не е представена като електронен текст (ръкопис, контактна информация, цена и т.н.);
4. Представена ли е графичната информация за диаграми в текстов или табличен вид;

**Интерактивни елементи:**

1. Яснота на текста и предназначението;
2. Наличен ли е линк за прескачане към основното съдържание;



3. Той действително ли отвежда до него;
4. Има ли неактивни, недействащи хиперлинкове;
5. Фактическа функционалност – дали назначението отговаря на описанието;
6. Практическа функционалност - изпълнява ли ролевото си назначение – функционира ли според предназначението си;
7. Има ли елементи с неясна роля – не се разпознават нито като линкове, нито като бутони, но са активни;
8. Има ли области или елементи, които би следвало да са активни, но не могат да се активират с клавиатурата и екранен четец;
9. Има ли области или елементи, които променят съдържанието си без да прекъсват речта на екранния четец, но промените в тях предизвикват объркване и неяснота за тяхната цел;
10. Има ли области, чието променящо се съдържание прекъсва агресивно гласовата обратна връзка от екранния четец и липсва възможност за спиране или пауза;

#### **Формуляри:**

1. Налични ли са формуляри и активни и достъпни ли са с четец полетата за попълване;
2. Налично ли е ясно и разбираемо указание за попълване на формуляра;
3. Налично ли е разяснение относно формата на очакваните данни (дата, адрес, тел. Номер и др.);
4. Имат ли всички елементи ясен етикет;
5. Всеки елемент ли е с уникален етикет;
6. Докладват ли се статусът и състоянието на всеки елемент;
7. Докладва ли се недвусмислено всяка промяна в статуса и състоянието на всеки елемент;
8. Логична ли е последователността на елементите;
9. Попада ли всеки от елементите във фокус реда;
10. Формулярът многостъпков ли е;
11. Указано ли е ясно на коя стъпка се намира потребителят (само за уеб) - може да е в заглавието на страницата, чрез съобщение, в нишката за навигация, в списъка със стъпки, който също може да служи като нишка;
12. Попадат ли всички елементи на формуляра в списъка от диалога с елементи на формуляри;

13. Налично ли е графично или звуково препятствие (CAPTCHA) като условие за подаване на формуляр или извършване на друга дейност в сайта (само за уеб);
14. Налична ли е лесна за преодоляване алтернатива на графичното или звуковото препятствие (само за уеб);
15. При попълване на текстово поле написаното може ли да се прочете;
16. При попълване на текстово поле, може ли въведеният текст да се коригира безпроблемно;
17. При запазване/ подаване на формуляр уведомен ли е потребителят по ясен и недвусмислен начин чрез диалогово съобщение или нарочна страница или област в страница за статуса на подадения формуляр (успешно/ неуспешно);
18. При грешно попълнени данни, ясно ли са означени от софтуера автоматично засечените проблемни места с текст в началото на формуляра или в близост до съответното поле;

#### **Мултимедия:**

1. Налично ли е мултимедийно съдържание и зарежда ли се;
2. При зареждане на страница възпроизвежда ли се автоматично звук за повече от 3 секунди;
3. При автоматично възпроизвеждане на продължителен звук, предоставена ли е възможност за лесно спиране, поставяне на пауза или намаляване на звука независимо от системния звук;
4. Налични ли са интерактивни елементи за управление на мултимедийното съдържание и управляеми ли са с клавиатура и екранен четец;
5. Имат ли всички елементи за управление на мултимедийното съдържание ясен етикет;
6. Всеки елемент ли е с уникален етикет;
7. Докладват ли се ролята, статусът и състоянието на всеки елемент за управление на медийното съдържание;
8. Докладва ли се недвусмислено всяка промяна в ролята, статуса и състоянието на всеки от елементите за управление на мултимедийното съдържание;
9. Логична ли е последователността на елементите за управление на мултимедийното съдържание;
10. Попада ли всеки от елементите за управление на мултимедийното съдържание във фокус реда;

## Медийни алтернативи

1. Наличен ли е препис за звуковото съдържание;
2. Преписът отразява ли точно и вярно звуковото съдържание;
3. Наличен ли е препис за видео съдържанието;
4. Преписът отразява ли точно и вярно съдържанието на звука и видеото;
5. Налична ли е аудио дескрипция за видео съдържанието или текста;
6. Аудио дескрипцията отразява ли точно и вярно видео съдържанието;

Ключово за успешното реализиране на достъпни сайтове е предлагането на „медийни алтернативи“ или алтернативни начини за представяне на дадено съдържание по различни начини до различни групи хора, включително с различни типове увреждания (например слухови и зрителни). Всяка специфична група се среща с различни ограничения и бариери за възприемане на съдържанието и затова то следва да бъде представено по различни достъпни начини.

## 6. Резултати и анализ

Разработената методика подлежи на допълнително тестване, апробация и подобрене. Получените резултати могат да се класифицират в няколко категории на степен на достъпност, но е трудно да бъде създаден универсален начин за точно определяне на степени, поради различията и спецификата на отделните анализирани обекти. Предвид че тестването е потребителско и част от критериите и факторите подлежат на субективна оценка, то и анализът на резултатите е донякъде субективен и зависи от експертността на анализиращия, а не само от точни показатели. Затова е значително по-трудно и времеемко потребителско тестване да се извърши с екранен четец от зрящи потребители. С подобни стъпки, критерии и въпросници могат да се тестват за достъпност и електронни документи, които са изключително важни за достъпа до обществена информация и услуги от хора с увреждания и зрителни нарушения.

Проучени и тествани с описаната по-горе методология са общо над 100 сайта. 50 от прегледаните сайтове с прилежащите им документи са на държавни и общински институции, както и на частни дружества с възложена им по закон публична дейност като отоплителни дружества, здравни заведения, финансови институции и др. На база изведените резултати се установява, че повечето от проучените сайтове са с ниска достъпност за хора с увреждания, което води до формулиране на изводи и препоръки в областта на културното наследство.

В (Todorov, Bogdanova and Todorova–Ekmekci, 2022) е подробно описано автоматичното тестване на 30 сайта със софтуерните приложения - TAW, WAVE и Lighthouse. В (Todorova-Ekmekci, Todorov and Sotirova-Valkova, 2021) (Bogdanova et al., 2021) е описано потребителско качествено задълбочено тестване с участие на незрящ експерт на 55 сайта на музеи и тяхната достъпност. На база изведените резултати са формулирани изводи и препоръки в областта на културното

наследство. На база на формулираните насоки е разработен и достъпен уеб сайт на Регионален Етнографски Музей - Пловдив (РЕМ-Пловдив) с QR кодове. Разработен и описано по-долу е и достъпен уеб сайт за онлайн обучение .

## II. Тестване на електронни документи

Директива 2016/2102 поставя начало на уеднаквяването на разнообразните юридически норми и практики в страните членки по отношение достъпността на уеб средата. Обект на тези норми са организациите от публичния сектор. С отминаването на крайния срок за транспониране на Европейския акт за достъпност същите изисквания ще се прилагат и към много от субектите в частния сектор, вкл. върху издателствата и търговците на електронни книги (Lopes, 2009).

Все още е регулярна практика в Интернет да се публикува важна информация, документи, формуляри и друг тип съдържание под формата на електронни файлове. Най-често това се случва във формат PDF, но се срещат също и формати като TXT, RTF и популярните офис формати за презентации, електронни таблици, документи на различни офис приложения. При много от тестваните при това проучване документи в сайтове на публични институции не са достъпни и четими за слепи граждани. Фокусът в настоящата методика е върху PDF документите като най-често срещан формат в уеб. Колкото и да е подходящ този формат за вярно визуално представяне на оригинала на информацията, толкова той е проблематичен за хората със зрителни нарушения и не само, именно защото акцентът е върху визията, без да се обръща достатъчно внимание на еквивалентното представяне на съдържанието като електронен текст, удобен за възприемане и навигация чрез екранен четец.

С поставените минимални изисквания и промяната на националните законодателства в синхрон с изискванията на европейските норми в областта на достъпността на електронните документи като част от уеб сайтовете и приложения, хората с увреждания имат възможност да предоставят обратна връзка за тяхната достъпност. По този начин те се озовават в позицията да обясняват какви проблеми са налице, до каква информация нямат достъп, къде са бариерите пред достъпността. Липсата на специализирано обучение и кадрови потенциал, както и слабата информираност по техническите въпроси на самите хора с увреждания могат да доведат до неефективна комуникация, раздразнение и взаимни обвинения, породени от неразбирането същността на проблемните точки и от двете страни.

Настоящата методика цели да подпомогне хората със силно или напълно изгубено зрение, както и институциите и организациите, изготвящи документи и предлагащи публична информация и услуги онлайн. Методиката за тестване на електронни документи следва да бъде тествана и апробирана допълнително с по-голям брой потребители и документи.

Тестването по методиката задължително следва да се извършва с екранен четец. Информацията и въпросите от въпросника са съобразени изцяло с хората,

чието зрение е недостатъчно за самостоятелна и ефективна употреба на монитор, мишка или друго посочващо устройство. Методиката се изгражда върху комбинация от автоматизирано и потребителско тестване, като тестовете от първия компонент се извършват с помощта на настолен софтуерен продукт, а вторият компонент разчита изцяло на човешкия фактор.

Естествено е повечето търговски, информационни, развлекателни и лични сайтове да не съдържат документи, но по отношение на организации от публичния сектор, независимо дали са държавни, общински или частни, извършващи административни функции, възложени им по закон, може да се твърди със сигурност, че съдържат някакво количество файлове обем.

По - долу са описани основните стъпки за тестване в два основни етапа – автоматизирано и потребителско.

### **1. Автоматизирано тестване**

Автоматизираното тестване се извършва с един инструмент, който е подбран така, че да е безплатен, лесен за употреба и разполага с преносима версия, без необходимост от инсталация. По този начин потребителят не се натоварва с допълнителни разходи на финансови и времеви ресурси. Инструментът се нарича PDF Accessibility Checker (PAC 3). Автоматизираното тестване е в съответствие със стандарта за достъпност PDF/UA и съкращава необходимото за провеждане на част от тестовете време, тъй като се извършва машинно чрез предварително зададени критерии по стандарт.

Трябва да се има предвид, че машинното тестване от потребителска страна не може да идентифицира всички възможни грешки и пропуски в достъпността. Освен сравнително ниското ниво на откриваемост на проблемите, проблем е и валидирането на резултатите. Например наличието на алтернативен текст за изображение не означава, че той е подходящ, както и правилното деклариране на основния език на документа или коректността на заглавията. Това налага необходимостта от допълнителна проверка и валидиране на резултатите от човек, който умее да ползва екранен четец и може да прецени коректността на подадената информация.

### **2. Потребителско тестване**

Потребителското тестване се извършва от лица със силно или напълно изгубено зрение, които при работата си с компютър и в уеб среда ползват екранен четец. То се извършва за различни аспекти на структурата и съдържанието на документа, които пряко се отнасят до възприятието, разбирането, управлението и взаимодействието с интерфейса и съдържанието на документите в реални условия. Целта е да се провери в чисто практически аспект до каква степен един документ предоставя възможност за ориентация, навигация, разбиране и ползваемост. Конкретните критерии, по които се извършва съответната оценка, могат да се

причислят към една или повече от посочените групи, тъй като тяхното прилагане зависи от конкретния контекст, в който се ползват.

Както и при тестването на уеб сайтове, така и при тестването на документи е редно да се изготви за целите на потребителското тестване въпросник с критерии и въпроси за целите на тестването и след получаване на резултатите, те да бъдат систематизирано описани и анализирани. За част от критериите може да се дадат конкретни отговори като „има“ /„няма“/ „до известна степен“, но за част от тях преценката е субективна и зависи от експертното мнение на оценяващия потребител със зрителни затруднения.

### **A. Ориентация**

Под ориентация се разбира наличието на ориентири като title елемента в документа, етикетите и текстовете към интерактивните елементи, тяхната коректност и логична последователност при обхождане. Тук се включват и табличните данни, както и свързаността им със заглавните клетки, тяхната организация и коректното им означаване.

### **B. Навигация**

Навигацията до голяма степен зависи от това дали елементите на интерфейса и съдържанието носят смислено семантично значение или се ползват нестандартни или никакви подходи при тяхното създаване без да са взети предвид спецификациите и стандартите за ползваните технологии, което до голяма степен предопределя ниската достъпност на подобен подход.

Навигацията се улеснява от семантичното значение и правилното ползване на различните елементи като хединги (заглавия), линкове (връзки или препратки), бутони, списъци (номерирани, неномерирани и дефиниционни), региони (landmarks), таблици и др. Употребата на хединги, формуляри и прочее групира и в голяма степен структурира обхванатото съдържание като в определени случаи (при хедингите) се създава и йерархична структура, в която екранните четци имат възможност да се придвижват бързо и лесно. Игнорирането на семантиката създава впечатление за монолитност на съдържанието, липсва възможност за ориентация и бързо придвижване, което от своя страна предизвиква неприятни усещания у потребителя, както и загуба на ценно време.

### **C. Разбираемост**

Понякога споменатата по-горе монолитност възпрепятства разбирането в логиката на дадена подредба като създава впечатление за хаотичност. От друга страна визуално изгледът може да представя стройна логична структура, но екранните четци отдават значение на програмирането и последователността и мястото на кода, което може изобщо да не отговаря на визуалното представяне. Подобна практика може да постави потребителите в неизгодната позиция понякога

да подреждат сложен пъзел вместо да могат да възприемат бързо необходимата информация, нещо, към което повечето нямат афинитет.

#### D. Ползваемост

Ползваемостта обхваща общото впечатление за степента, в която даден интерфейс и информацията могат да се възприемат и да се взаимодействат с тях. Тя отговаря на въпроси като дали потребителят може да взаимодейства с интерактивните елементи, да извършва изискваните от него задачи като попълване на формуляр, управление на мултимедийно съдържание, извличане на информация и т.н.

Използваният инструмент за визуализация на документи при потребителското тестване е Adobe Acrobat DC, като най-популярен, произхождащ от източника на идеята и реализацията на PDF формата – Adobe. Същевременно той е безплатен и достъпен с екранен четец. Подчертаваме възраженията срещу употребата на вградените в браузърите инструменти или допълнителни добавки, както и текстовите редактори в офис пакетите, тъй като те в известна степен целят подобряване на достъпността, чрез имитиране на заглавия при по-едър шрифт, което изкривява реалната картина.

Употребата на приложен софтуер за визуализация на документи, както и за автоматизирано тестване поставя въпроса за софтуерната достъпност. Не всяко приложение за представяне на PDF документи е достъпно до степен ползваемост с екранен четец. Именно това налага силно ограничения избор на инструментариум.

### III. Тестване на достъпност при софтуер

Проучени са световните стандарти за достъпност, свързани със софтуер и програмните среди за разработки. Информацията от проучването за достъпността на разглежданите обекти (сайтове, електронни документи, средства за разработка на софтуер и сериозните игри) и на методите и технологиите, свързани с подобряване на достъпността е анализирана и систематизирана. Избрани са изисквания и нови методи за тестване и оценка на обектите. За оценка на достъпността на софтуери са детайлно проучени и приложени, както в методиката за тестване, така и при самото тестване препоръките и стандартите, разработени от W3C - Authoring Tool Accessibility (ATAG)<sup>2</sup> 2.0. Анализирана и оценена тяхната приложимост за средствата за разработка. Последните често притежават функционалност, която е невъзможно да бъде достъпена с използване на съвременните тифлосредства, например графични редактори. Стандартите имат препоръчителен характер. Вероятно по тази причина средите за разработка, дори на водещи в областта фирми, не отговарят напълно (а понякога изцяло) на тези от изискванията, за които осигуряването на достъпност не е невъзможно.

---

<sup>2</sup> W3C - Authoring Tool Accessibility (ATAG) 2.0 – (Accessed: 27.05.2022), <https://www.w3.org/TR/ATAG/#def-Authoring-Tool-Interface>



Като цяло критериите за оценка на уеб съдържание са приложими и за оценка на софтуерните среди за разработка. Разликите са свързани с необходимостта да бъде оценена достъпността на средствата за създаване и тестване на съдържание. Средите за разработка са адресирани към потребители, притежаващи компютърни умения от по-високо ниво и те се използват от разработчиците в професионалната им дейност.

Това определя **три нива на достъпност**: ниво 1 (абсолютна невъзможност за работа с модули, осигуряващи определена функционалност); ниво 2 (необходимост от допълнителни действия, изпълнението на които изисква значително време); ниво 3 (възможност за работа с модулите, осигуряващи дадена функционалност, без да са необходими голям брой допълнителни действия). Ниво 2 прави неконкурентно способни на пазара на труда разработчиците с определени дефицити. При определяне на достъпността от ниво 3 може да се окаже необходимо наличието на допълнителни умения и стандартни помощни средства, предлагани в дадения момент на пазара. Липсата им не би следвало да понижава оценката на достъпността. Работата с всички менюта, диалогови прозорци и компонентите, включени в тях следва да бъде възможна с помощта на клавиатурата.

Средите за разработка следва да осигуряват възможност за въвеждане от клавиатурата на програмния код, като бъде осигурена правилната обработка на допълнителните средства от екранните четци. Това изискване е свързано с моментната диагностика, средствата за предикативно писане и достъпа до помощна информация. Така също следва да бъде възможен лесният достъп до функциите за маркиране, търсене и замяна на текста, автоматичното генериране на фрагменти от кода и отмяна на последните промени.

При работа с компилатор е важно да съществува лесно преминаване от прозореца с програмния код и този с диагностичните съобщения. Следва да бъде осигурена възможност за навигация по списъка с диагностичните съобщения, както и преминаването към мястото в кода, за което се отнася конкретното диагностично съобщение. Нужно е да бъде осигурена възможност за лесна работа със средствата за трасировка и тестване "дебъгери" (от англ. debuggers): вмъкване и премахване на точки на прекъсване, избор на променлива и нейната стойност в дадения момент. При конфигуриране на панели и групи обекти е необходимо наличието на възможност за достъп от клавиатурата до палитрите с компоненти, техния избор и пренасяне в създавания панел. В него, те следва да бъдат представени като графични изображения с алтернативен текст, до които да е възможен лесен достъп.

При създаване на системи от обекти със сложна структура (например, бази от данни) е нужно да бъде осигурен удобен достъп до връзките между отделните обекти (те, най-често се изобразяват графично). Графичните редактори, включени в някои среди за разработка, вероятно на настоящия етап ще остават недостъпни при работа с екранен четец. Може да бъде направен изводът, че повечето съвременни среди за разработка не отговарят в пълна степен на изискванията за достъпност.

Това налага да се води активна кампания, целяща създаване на по-твърдо законодателство в тази област.

#### **IV. Примери за достъпно дигитално представяне за хора със специални потребности**

##### **1. Пример за достъпна дигитална система с уеб сайт и QR кодове**

Примерната платформа (<http://www.math.bas.bg/vt/REMPlovdiv/>) на Регионален етнографски музей – Пловдив с аудио- гайд, QR кодове и достъпност за хора с увреждания е разработена от екип учени и експерти от ИМИ-БАН, ИЕФЕМ-БАН и РЕМ – Пловдив. Целта на дигиталната платформа е да повиши достъпността до културните маршрути, залите и експозициите на музея и част от информационния архив за тях. Информация на сайта като текст, снимки, аудио и мултимедия е представена и подредена така, че да е подходяща както за широка публика, така и за хора със зрителни увреждания.

Основен принцип при разработване на такива платформи е да не създават допълнително затруднение за хората с увреждания, с търсене на определени бутони или секция на сайта, която да е специфична за тях и трудно откриваема. Още с отварянето на първата страница на платформата има и информация как се стига до музея, включително и с насоки за хора със специални потребности.

Сайтът е целенасочен и функционално опростен, за да може потребителите лесно да се ориентират.

Сайтът предлага 8 културни маршрута, които под формата на увлекателни истории представят различни културни обекти и зали от културно-историческото наследство в музея. Историите са кратки с текст от 700-950 символа или 100-200 думи. Към всяка история има 2-4 снимки и аудио файл с глас и автентични звуци от стари музикални инструменти. При записите с глас са включени и насоки за навигация, както и описание на звука на инструмента, който се чува и как изглежда.

В началото на страницата с 8-те културни маршрута има своеобразно съдържание, с което те лесно могат да навигират и преминават от една история към друга, без да се налага да ги изслушват в определена последователност. При всяка история има и насочващи навигационни линкове най-горе и най-долу на страницата към следващата или предишната история, за да не се налага незрящият потребител да преминава отново през целия текст, за да премине към друга страница и история. Текстът е подреден визуално в секции, без да се използват таблици в софтуерния код, които да объркат специализирания софтуер. Към снимките са поставени описания и етикети, а заглавията и текстът са подредени в логичен ред и като семантичен списък, така че бързо да може да се навигира с екранен четец до различни части на текста. За изображенията в сайта, както и за логото е предвиден

алтернативен текст. В дизайна на сайта са подбрани контрастни цветове, от Web Accessibility Guidelines<sup>3</sup>, подходящи за хора с нарушено зрение.

При многоезични уеб сайтове се препоръчва превключващите елементи да са означени с текстов етикет. В случай, че се използват иконки или други изображения за означаване на езика, е необходима употребата на алтернативен текст за лесна ориентация.

Логичната подредба и представяне на интерфейса и съдържанието са важни за елиминиране на объркването и забавянето на потребителите. При представяне на мултимедийно съдържание е от съществена важност ползваният софтуер да е достъпен, удобен и лесен за употреба с възможности за удовлетворяване на потребностите на специфична аудитория. Able Player например предлага функционалност за управление скоростта на медийното съдържание, както и за придвижване във времевата скала. Част от хората с увредено зрение имат по-високи изисквания към звука отколкото към останалите модалности и често предпочитат да ускоряват речта. Able Player е подходящ за тази цел и е Удобен за работа с клавиатура, което е улеснение за хората с ограничена подвижност, за които ползването на мишка е трудно или невъзможно. Поддържа функционалност за изобразяване и управление на субтитри, транскрипция и аудио дескрипция, превключване между няколко езика.

В Интернет вече има редица разработени готови базисни платформи (например: <https://colorlib.com/wp/accessible-wordpress-themes/> и <https://cutt.ly/qK4Rw67>) и софтуерни приложения и функционалности, които могат да улеснят разработчиците при разработката на сайтове, достъпни за хора с нарушено зрение. Повечето от тях са с подходящи цветове, дизайн и контраст, оптимизирани за търсещи машини, за работа с клавиатура, за изобразяване на устройства с различен размер на дисплея (телефон, таблет, компютър) и дават възможност за промяна на големината на текста в сайта. Повечето предлагат улеснена навигация и подредба на съдържанието за екранни четци, както и форма за търсене в сайта.

В днешно време създаването на достъпни и функционални сайтове за различни аудитории, включително и такива със специални потребности, които растат като относителна част от населението, е от голямо значение за намирането на определени ресурси, информация, културно-исторически обект, публична или частна услуга или продукт.

## 2. Пример за достъпен образователен уеб сайт

В близкото минало учениците с увреждания се възприемат като неспособни за академични постижения в сравнение с учениците без увреждания. Причината може да се търси в доминиращия медицински модел на инвалидността. През последните години социалният модел насочва вниманието към поставените от средата бариери. Практиката доказва, че ако на децата се предостави подходяща адаптация,

---

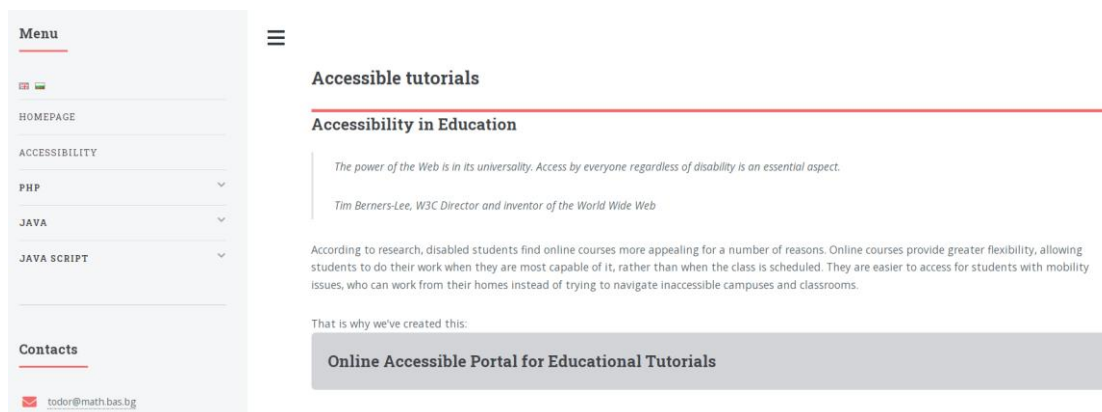
<sup>3</sup> Web Accessibility Guidelines – (Accessed: 27.05.2022), <http://web-accessibility.carnegiemuseums.org/design/color/>

позволяваща успех, те могат да бъдат не по-малко успешни от своите съученици (Jenson et al., 2012) (Moriarty, 2007), (Schelly et al., 2011). Изследвани са и мотивационните фактори при STEAM обучение с достъпност (Dimitrova et al., 2022), както и перспективите за преодоляване на проблеми при електронно, дигитално образование на хора със специални потребности. (Dimitrova et al., 2021)

Постиженията на учениците в институциите по предмети със STEM насоченост са на по-ниско ниво поради по-високите изисквания и по-голямото натоварване. Така тези ученици не отговарят на критериите и това носи неблагоприятна оценка за училищата. Обичаен, но неподходящ съвет при тази тенденция е децата с увреждания да се "скрият" от общото образование и да се отделят в специални класни стаи, да се насочват към различни програми или алтернативни училища. Причината за това може да се търси във финансирането на училищата по стандартизирани оценки (Newman et al., 2011).

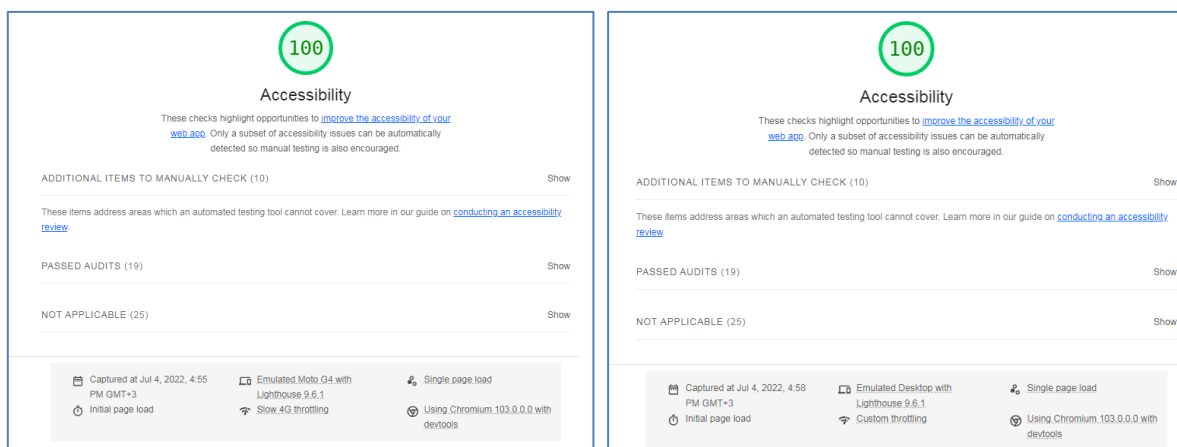
С цел преодоляване на предизвикателствата пред учениците с различни увреждания свързани с ефективното STEM образование за целите на научната работа и практическото ѝ приложение е разработен прототип на специализирана образователна платформа. Платформата съдържа демонстрационни курсове по някои програмни технологии. Разработени са специфични компоненти за визуалния интерфейс, които да бъдат изцяло съобразени с критериите за достъпност. На всеки етап от доразвиването на функционалността на системата се тества нейната достъпност според WAI стандартите описани в Web Content Accessibility Guidelines<sup>4</sup>.

На фигура 2 е представен изглед от началния екран на образователния портал, който е достъпен на URL адрес <http://www.math.bas.bg/vt/tp/>. На фигура 3 са представени резултатите от автоматизирано тестване за достъпност съответно на онлайн и мобилната версия на страницата.



Фиг. 2 Изглед от основната страница на обучителния портал

<sup>4</sup> W3C Accessibility Standards Overview – (Accessed: 27.05.2022), <https://www.w3.org/WAI/>



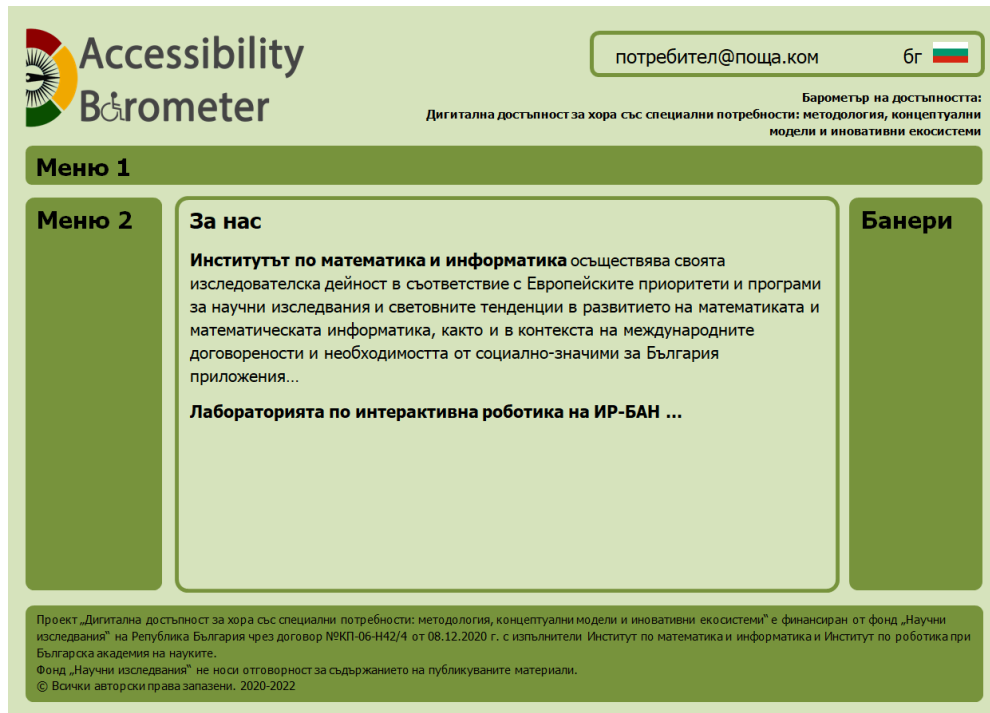
Фиг. 3 Резултати от тестове за достъпност

Вграждането на информираност и разбиране за достъпността, както и подходите за осигуряване на достъпност в програмите за обучение по информационни и комуникационни технологии, вкл. чрез примери е важно, за да може повече настоящи и бъдещи специалисти и програмисти да осъзнаят потребностите на хората с увреждания така, че в бъдеще в България достъпните сайтове и приложения да са норма, а не изключение.

Публикуването на все повече информация онлайн в достъпен за по-широка аудитория вид обаче, повдига въпроса за защита на определено съдържание, произведения и лични данни. Този въпрос е разгледан по-подробно в следващата точка 4. с възможни решения.

### 3. Пример за достъпен сайт на проекта

На Фиг. 4. е представена примерна схема на сайт с достъпност, който е направен за целите на проекта „Дигитална достъпност за хора със специални потребности: методология, концептуални модели и иновативни екосистеми“, финансиран от фонд „Научни изследвания“, №КП-06-Н42/4 от 08.12.2020 г. За да бъде изработен дадения сайт - <http://www.math.bas.bg/vt/ab/>, то екипът отговарящ за него първо бе запознат със стандартите за достъпност на уеб сайтове и критериите, по които се оценява достъпността. По време на работата също многократно са преглеждани и тествани от незрящ член на екипа страниците, функционалностите и съдържанието. На този етап сайтът е в опростен, функционален вид с основна информация за проекта. При втория етап на проекта ще бъде допълнително развит - сайт като концептуален модел за иновативни дигитални екосистеми. Това ще бъде подробно описано и представено при следващи проучвания, резултати и публикации (Noev et al., 2021).



Фиг. 4 Схематично представяне на сайт с достъпност

Целта при изготвянето на схема и предварителен план за изграждане на уеб сайт е във всички етапи на разработка и във финалния си вариант той да бъде достъпен, функционален, ползваем и отговарящ на целите. За съжаление, често в практиката набързо се създават недостъпни и трудно ползваеми уеб сайтове, чиято последваща преработка е по-трудна или равнозначна като време и ресурс на направата на нов сайт. Много често самите поръчители на сайта или програмисти не осъзнават нуждите на хората с увреждания. При създаването на достъпни сайтове за незрящи обикновено те са по-малко ефективни, съдържанието се представя предимно с текст или аудио, отколкото с визуално съдържание. При самото кодиране и структуриране на сайта също е важно да се обърне внимание на критериите описани по-горе при въпросника за тестване и оценяване.

#### 4. Адекватно дигитално представяне на информацията и защита

Много образователни, културни, научни и др. институции в света следва да публикуват ценни, интересни и важни обекти и информация. Понякога обаче изключителните права на собствениците на авторски права или GDPR регулаторните правила за защита на лични данни и специални категории данни (включително данни за здравен статус и увреждания) могат да възпрепятстват процеса на публикуване, което довежда до противоречие с целта важните данни, обекти и произведения да бъдат достъпни за всички, особено за хора с увреждания (Scheid, 2015). Дори с появата на нови технологии, които улесняват незабавното копиране и разпространение на материали, контролът на собствениците върху възпроизвеждането и разпространението на произведения продължава да създава пречка за използването и публикуването на данни и обекти в достъпен вид, включително и за хора с увреждания – особено зрителни и слухови. Статистиката на



Световния съюз на слепите разкрива, например, че от приблизително 1 милион книги, публикувани годишно, по-малко от 5% са направени във формати, достъпни за хора с увреждания за печат (World Intellectual Property Organization, 2014).

Предоставянето на защитени с авторски права произведения в достъпни формати може да представлява предизвикателство за изключителните права на собствениците на авторски права. При липса на общо изключение, което би позволило създаването на достъпни формати за всички хора с увреждания, лицата и образователните институции трябва да се ориентират в съществуващите тесни законови изключения или да разчитат на защита за “честна употреба”, за да направят произведенията достъпни (Aufderheide and Jaszi, 2011). Въпреки че обществото признава важноста на стимулирането за създателите, така че да създават нови произведения, трябва да се има предвид и значението на установяването на равен достъп до тези произведения, за да се популяризира общественото знание и също да се насърчи по-нататъшното създаване на произведения. Също така, на редица сайтове дадено съдържание е представено по един начин за зрящи и по-друг начин за незрящи и за да насочи системата потребителя към специфично визуализираните данни, може да се наложи тя да поиска, разбере или запази информация за потребителя разкриваща лични данни за увреждане. От изложените по-горе факти ясно личи необходимостта от изследване и разработка на методи за защита на авторските права на дигитализираните обекти, които да са ефективни дори и след прилагането на различни обработки и трансформации свързани с тяхната достъпност.

Проблемът за защита на информацията от неоторизираното разпространение се развива в няколко поддисциплини, като най-важни за целите на проучването ни са стеганографията (означава „тайнопис“ от гръцки език) (Gribunin, Okov and Turincev, 2002), (Karasev, n. d.) и защитата с воден знак. И стеганографията и защитата с воден знак имат за цел скрито пренасяне на информация. Въпреки това са налице и съществени разлики между двата похвата. Стеганографията прикрива съобщението, което искаме да остане скрито и се отнася до скрита комуникация между две страни. За разлика от други подобласти като криптографията например, които се занимават с прикриването на самото съобщение, стеганографията се опитва да прикрие факта, че въобще такова вградено съобщение съществува. Стеганографските методи обикновено не са устойчиви на модификация на данните при конвертиране, компресия, трансформация на дигитален към аналогов сигнал, а защитата с воден знак от друга страна притежава допълнителна устойчивост срещу опити да се премахне вградената информация. Цифров воден знак е видим, или за предпочитане невидим, идентификационен код, перманентно вграден в цифрови (дигитални) данни и запазва присъствието си в тях след извличането му (Cox et al., 1997). Едно от най-известните приложения на защитата с воден знак е доказване на авторски права върху дигитални данни, като се вгради скрита информация в тях. Друго приложение е следенето на разпространението на данни с цел събиране на данни от маркетингова гледна точка.



От изложените по-горе факти ясно личи необходимостта от изследване и разработка на методи за защита на авторските права на дигитализираните обекти, които да са ефективни дори и след прилагането на различни обработки и трансформации свързани с тяхната достъпност.

По време на работа по проекта са направени проучвания върху процеса на генериране и класифициране на кодове поправящи грешки, които биха могли да се използват в процеса на подобряване поведението на процесите по защита на цифрово съдържание с воден знак и защита на авторските и сродни права на дигитализирани обекти. В статии (Bogdanova and Todorov, 2022a) и (Bogdanova and Todorov, 2022b) са разгледани проблемите за търсенето и класификация на кодове над азбуки с три, четири и пет елемента, като са използвани както компютърни така и комбинаторни методи. Съответните класове кодове са проучени в контекста на защита на авторските и сродни права на дигитализирани обекти със стеганографски и други методи и проблемите, които могат да възникнат с тях в контекста на адаптация им за хора с различни типове увреждания.

## **Заклучение**

Настоящото проучване е проведено като част от работата на екип от учени по проект за проучване и подобряване на онлайн достъпността за хора с увреждания. Изследването представя и описва създадена стъпка по стъпка методика за тестване на достъпността на уеб сайтове и документи, най – често в pdf файлове, за хората със силно или напълно изгубено зрение. С предложените въпросници и методика са тествани вече над 100 сайта, като на база на изведените резултати са формулирани препоръки, изводи и резултати. Представени са и примери за разработени достъпни сайтове, които отговарят на съответните критерии и насоки на достъпност за хора с нарушено зрение.

Предвид вече действащото вътрешно законодателство на база директива 2016/2102 за уеб достъпността и уеднаквяване на законовите норми и практики за достъпност в уеб, скоро в България ще има нужда от внедряване и прилагане на подобни методики за тестване на съществуващи сайтове и документи и модели за реализиране на достъпни онлайн платформи.

Разбирането на проблемите, с които незрящите се сблъскват и тяхната потребност от достъпна уеб среда, е ключово за разработването на правилна методика, модели и бъдещи достъпни, функционални и полезни уеб екосистеми и наръчници със стандарти и насоки за достъпност. Настоящата работа може да е полезна както на институции и организации в България, така и на разработчици на сайтове, обучители, експерти по комуникации и мениджъри на организации и бизнеси.

## Благодарности

Изследването е частично финансирано по проект „Дигитална достъпност за хора със специални потребности: методология, концептуални модели и иновативни екосистеми“ чрез договор No КП-06-Н42/4 от 08.12.2020 г. с фонд „Научни изследвания“ на Република България.

## Литература

- Aufderheide, P.; Jaszi, P. (2011).** Reclaiming Fair Use: How to Put Balance Back in Copyright. University of Chicago Press. pp. 10–11. ISBN 978-0-226-03228-3. Retrieved April 16, 2018.
- Basel, A., Bataineh, E., Kamoun, F. (2013).** E-Government Web Accessibility: WCAG 1.0 versus WCAG 2.0 Compliance, International Journal of Digital Information and Wireless Communications (IJDWC) 3(4), pp.56-65, 2013.
- Bogdanova, G., Sabev, N. Tomov, Z., Ekmekci, M. (2021).** Physical and Digital Accessibility in Museums in the New Reality. 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, Ankara, Turkey, 404 – 408, DOI: 10.1109/ISMSIT52890.2021.9604526, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9604526>
- Bogdanova, G., Todorov, T. (2022a).** Enumeration of Optimal Equidistant Codes. Mathematics. 2022; 10(5):740. <https://doi.org/10.3390/math10050740>
- Bogdanova, G., Todorov, T. (2022b).** On the construction of of q-ary constant-weight lexicodes, International Journal of Mathematics and Computer Science, Vol. 17 Issue 2, 2022, pp. 923 – 930
- Cox, I., Kilian, J., Leighton, T., Shamoon, G. (1997).** Proceedings of the IEEE International Conference on Image, Secure spread spectrum watermarking for multimedia In Processing, vol. 6,
- Dimitrova, M., Krastev, A., Sabev, N., & Nunez-Gonzalez, J. D. (2021).** Digital and e-Learning Accessibility for People with Special Educational Needs: A Robotic Perspective. 19th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 1-5, DOI: 10.1109/ITHET50392.2021.9759704 (Scopus)
- Dimitrova, M., Sabev, N., Ozaeta, L., Nikolov, V., Krastev, A. (2022).** Aspects of the Intrinsic Motivation as Accessibility Factors in the Inclusive "STEAM" Education. Science Series Innovative STEM Education, volume 04, ISSN: 2683-1333, Institute of Mathematics and Informatics – Bulgarian Academy of Sciences, 24-31 <http://www.math.bas.bg/vt/stemedu/book-4/STEMedu-2022-iv.pdf> (in Bulgarian)
- Gribunin, G., Okov, I., Turincev, I. (2002).** Cifrovaia steganographia, Solon-Press, (in Russian)
- Jenson, R. J., Petri, A. N., Day, A. D., and Truman, K. Z. (2012).** Perceptions of Self-Efficacy Among STEM Students with Disabilities, Journal of Postsecondary Education and Disability, vol. 24, no. 4, pp. 269 - 283
- Karasev, A.,(n. d.)** Komputernaia tainopis - grafka i zvuk priobretaut podtekst, Mir PK.- 1/97, pp. 132-134 (in Russian)

- Lopes, R., Carriço, L. (2009).** On the Gap between Automated and In-Vivo Evaluations of Web Accessibility, Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services, 5th International Conference, UAHCI, pp. 735-744
- Moriarty, M. A. (2007).** Inclusive Pedagogy: Teaching Methodologies to Reach Diverse Learners in Science Instruction. Equity and Excellence in Education, Journal of Postsecondary Education and Disability, vol. 40, pp. 252-265,
- Newman, L., Wagner, M., Huang, T., Shaver, D. M., Knokey, A. Yu, and Cameto (2011).** Secondary School Programs and Performance of Students with Disabilities: A Special Topic Report of Findings from the National Longitudinal Transition Study-2 (NLTS2), National Center for Special Education Research.,
- Noev, N., Todorov, T., Bogdanova, G., Sabev, N. (2021)** About Semantic Knowledge for Accessibility. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. Conference Proceedings, 11, Sofia, Bulgaria: Institute of Mathematics and Informatics at the Bulgarian Academy of Sciences, 2021, ISSN:1314-4006, 325-330, [https://dipp.math.bas.bg/images/2021/325-330\\_06\\_5.7\\_pDiPP2021-24\\_v.03.pdf](https://dipp.math.bas.bg/images/2021/325-330_06_5.7_pDiPP2021-24_v.03.pdf)
- Scheid, M., (2015).** Copyright and Accessibility. (Last accessed: 27.05.2022) <https://library.osu.edu/site/copyright/2015/08/28/copyright-and-accessibility/>
- Schelly, C. L., Davies, P. L., Spooner, C. L. (2011).** Student Perceptions of Faculty Implementation of Universal Design for Learning., Journal of Postsecondary Education and Disability, vol. 24, no. 1, pp. 17-30,
- Todorov, T., Bogdanova, G., Todorova–Ekmekci, M. (2022).** Accessibility of Bulgarian Regional Museums Websites. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 13(3), 28-34, <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130305>; <https://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=13&Issue=3&Code=IJACSA&SerialNo=5>
- Todorova-Ekmekci, M., Todorov, T., Sotirova-Valkova. K. (2021).** Usage of Innovative Technologies and Online Media Tools for Digital Presentation of Cultural Heritage in Bulgaria. – Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. Vol. 11, Sofia, Bulgaria: Institute of Mathematics and Informatics – BAS, 2021, pp. 303-308, ISSN 1314-4006 (Print), eISSN 2535-0366 (Online) [https://dipp.math.bas.bg/images/2021/303-308\\_06\\_5.4\\_pDiPP2021-26\\_v.03.pdf](https://dipp.math.bas.bg/images/2021/303-308_06_5.4_pDiPP2021-26_v.03.pdf)
- World Intellectual Property Organization. (2014).** Limitations and Exceptions: Access to Books for the Visually Impaired – Background Brief, <http://www.wipo.int/pressroom/en/briefs/limitations.html>.
-

---

**Професор, д-р, инж., Галина Богданова**

Институт по математика и информатика при Българска академия на науките,  
София, България

 <https://orcid.org/0000-0002-5463-4274>

g.bogdanova@gmail.com

**асистент, д-р, Негослав Събев**

Институт по математика и информатика при Българска академия на науките,  
София, България

 <https://orcid.org/0000-0001-7539-7880>

**д-р, Мирена Тодорова-Екмеджи**

Институт за етнология и фолклористика с етнографски музей при Българска  
академия на науките, София, България

mhtodorova@gmail.com

**главен асистент, д-р, Николай Ноев**

Институт по математика и информатика при Българска академия на науките,  
София, България

 <https://orcid.org/0000-0003-3290-1439>

nickey@math.bas.bg


**асистент, д-р, Калина Сотирова-Вълкова**

Институт по математика и информатика при Българска академия на науките,  
София, България

kalina@math.bas.bg

**доцент, д-р, Тодор Тодоров**

Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, България  
Институт по математика и информатика при Българска академия на науките,  
София, България

 <https://orcid.org/0000-0002-2443-4618>

todor@math.bas.bg

**асистент, д-р, Живко Томов**

Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Бургас, България

AUTHOR'S DATA WERE PUBLISHED ACCORDING GDPR RULES AND  
PUBLICATION ETHICS OF THE JOURNAL (<http://www.math.bas.bg/vt/kin/>)

Received: 13 June 2022

Accepted: 23 June 2022

Published: 30 June 2022

DOI: [www.doi.org/10.55630/KINJ.2022.080123](http://www.doi.org/10.55630/KINJ.2022.080123)



## **KIN Journal, 2022, Volume 08, Issue 1**

*Science Series Cultural and Historical Heritage: Preservation, Presentation, Digitalization*

*Научна поредица Културно-историческо наследство: опазване, представяне, дигитализация*

*Научная серия Культурное и историческое наследие: сохранение, презентация, оцифровка*

### **Editors**

*Prof. PhD. Petko St. Petkov*  
*Prof. PhD. Galina Bogdanova*

### **Редактори/съставители**

*проф. д-р Петко Ст. Петков*  
*проф. д-р Галина Богданова*

### **Copy editors**

*Assist. prof. PhD. Nikolay Noev*  
*Assist. prof. PhD. Kalina Sotirova-Valkova*  
*Paskal Piperkov*

### **Технически редактори**

*гл. ас. д-р Николай Ноев*  
*ас. д-р Калина Сотирова-Вълкова*  
*Паскал Пиперков*

**© Editors, Authors of Papers, 2022**

**© Редколегия, Авторски колектив, 2022**

### **Published by**

*Institute of Mathematics and Informatics*  
*at the Bulgarian Academy of Sciences,*  
*Sofia, Bulgaria*

### **Издание на**

*Институт по математика и*  
*информатика при Българска академия на*  
*науките, София, България*

<http://www.math.bas.bg/vt/kin/>

**ISSN: 2367-8038**