

Помощни технологии и приобщаващо образование за хора със зрителни увреждания

Елена Филипова*

Резюме: Настоящото изследване разглежда ролята на помощните технологии в процеса на приобщаващо образование за хора със зрителни увреждания в контекста на дигиталната трансформация. Анализирани са ключови технологични решения като екранни четци, брайлови дисплеи, софтуер за преобразуване на текст в реч, OCR системи, мобилни приложения и инструменти за уеб достъпност, които имат потенциала да премахнат бариерите пред достъпа до образователни ресурси.

Изследването се основава на сравнителен анализ на международни стандарти, нормативни рамки и добри практики, като акцентира върху значението на интегрирането на универсален дизайн за учене и спазването на насоките за дигитална достъпност (WCAG, EN 301 549, EAA и др.). Получените резултати показват, че ефективното използване на помощни технологии в комбинация с подходящи политики и обучителни стратегии допринася за постигането на по-висока степен на равнопоставеност и активна социална

интеграция на хората със зрителни увреждания.

Целта на настоящото изследване е да оцени ролята и ефективността на помощните технологии в процеса на приобщаващо онлайн образование за хора със зрителни увреждания чрез сравнителен анализ на международни стандарти, регионални различия и институционални практики.

В рамките на изследването е извършен сравнителен анализ на глобалните бариери, институционалните различия и регионалната наличност на ключови помощни технологии, което позволява по-задълбочена оценка на факторите, влияещи върху дигиталната достъпност.

Ключови гуми: помощни технологии, приобщаващо образование, хора със зрителни увреждания, дигитална достъпност, онлайн обучение.

JEL: I21, I24, I28, O33, L86.

1. Увод

В условията на ускорена дигитална трансформация достъпът до образование се превръща в един от ключовите фактори за социална интеграция, професионална реализация и

* Елена Филипова е хоноруван асистент в Университета за национално и световно стопанство.

Дигитализация

активно гражданско участие. За хората със зрителни увреждания този достъп често е затруднен поради бариери от технологичен, институционален и социален характер. В същото време развитието на помощните технологии открива нови възможности за преодоляване на тези ограничения, като осигурява равнопоставеност в достъпа до знания и онлайн образователни ресурси.

Помощните технологии – включително екранни четци, брайлови дисплеи, софтуер за преобразуване на текст в реч, OCR системи, мобилни приложения и инструменти за уеб достъпност – играят все по-важна роля в изграждането на приобщаващи учебни среди. Тяхното приложение значително улеснява достъпа до учебни материали, позволява персонализирано обучение и насърчава самостоятелността на хората със зрителни увреждания. Въпреки това, редица предизвикателства продължават да възпрепятстват пълноценното интегриране на тези технологии – от липсата на съвместимост между образователните платформи и екранните четци до недостатъчната подготовка на преподаватели и ограниченото финансиране.

Научната литература подчертава, че екранните четци, брайловите дисплеи, TTS системите и OCR технологиите са основни инструменти за компенсирание на липсата на зрение чрез използване на алтернативни сетивни канали (Иванов, 2020; Georgieva & Mihaylova, 2019). Историческият преглед показва, че развитието на Screen Reader технологии започва през 80-те години (IBM, 1986), а TTS решенията

имат корени в Bell Labs (1939) и DECtalk (1983). Съвременните изследвания подчертават ролята на мобилните приложения и смарт устройствата (Apple, Google, Amazon) като фактор за гемократизиран достъп.

Множество автори подчертават, че ефективната дигитална достъпност се основава на принципите на универсалния дизайн за учене (UDL), които гарантират равнопоставен достъп чрез гъвкави формати, множество начини за възприемане и взаимодействие (Петрова, 2021). Международните стандарти като WCAG 2.1, EN 301 549 и ADA създават рамка за адаптиране на образователните платформи, но изследванията показват, че реалната съвместимост остава частична (WHO, UNESCO, 2023).

Международните доклади (WHO, UNESCO, Perkins School for the Blind) посочват значителни регионални различия в достъпа до помощни технологии: докато Северна Америка и Европа показват 90-98% наличност, Африка достига едва 30-50%. Изследователите акцентират върху социалните и икономическите бариери, включително липса на финансиране, неподготвени преподаватели и ограничена интернет свързаност, което възпрепятства пълноценното участие на хората със зрителни увреждания в онлайн обучение.

Обзорът на публикациите по темата показва и наличието на някои липси или празнини:

- липса на съвременни сравнителни изследвания за достъпността на различни образователни институции;
- ограничен анализ на ефективността на конкретни типове технологии

(мобилни приложения, AI-базирани решения);

- недостатъчно проучване на връзката между нормативни рамки, институционални политики и реалното прилагане на достъпни решения.

Настоящото изследване цели да допринесе именно към запълването на тези празнини чрез сравнителен анализ на регионални данни и оценка на наличността на ключови технологии.

Целта на настоящото изследване е да оцени ролята и ефективността на помощните технологии в процеса на приобщаващо онлайн образование за хора със зрителни увреждания чрез сравнителен анализ на международни стандарти, регионални различия и институционални практики.

Задачи на изследването

1. Да се извърши систематичен преглед на научната литература и международните стандарти за дигитална достъпност.
2. Да се анализират ключовите помощни технологии и тяхната функционалност в контекста на онлайн обучението.
3. Да се направи сравнителен анализ на регионални данни за достъпа до технологии, като се идентифицират дисбалансите.
4. Да се оцени нивото на достъпност на различни типове образователни платформи и институции.
5. Да се предложат стратегически препоръки за интеграция на помощни технологии и приобщаващи политики.

Изследователски въпроси

1. Какви са основните тенденции в развитието и прилагането на помощните технологии за хора със зрителни увреждания?
2. Как международните стандарти (WCAG, EN 301 549, ADA и др.) влияят върху дигиталната достъпност?
3. Какви регионални различия съществуват в достъпа до ключови технологии и от какво се определят?
4. Как се различават образователните платформи (гържавни, университетски, частни) по показател „достъпност“?
5. Кои фактори най-силно ограничават или подпомагат пълноценното приобщаване на хора със зрителни увреждания в онлайн образованието?

Въпреки значителния технологичен напредък, дигиталната достъпност за хора със зрителни увреждания остава неравномерна и често недостатъчна. Съществуващите изследвания показват съществени различия между региони, образователни институции и видове платформи, но липсва систематичен сравнителен анализ, който да очертае реалните бариери и фактори за успешна интеграция на помощните технологии.

2. Методология на изследването

Настоящото изследване прилага **качествен методологичен подход**, насочен към задълбочено разбиране на предизвикателствата и възможностите на онлайн образованието за хора със зрителни увреждания в глобален контекст. Подбран е **аналитичен модел**, който комбинира **сравнителен анализ**

Дигитализация

и **документално изследване**, за да се изследват практиките за дигитална достъпност в различни образователни системи.

Основните първични източници включват **доклади и стратегически документи** на международни организации като **Световната здравна организация (WHO)**, **ЮНЕСКО** и водещи образователни институции. Вторичните източници обхващат **рецензирани научни публикации**, тематични изследвания и добри практики, които разглеждат интеграцията на помощни технологии и нормативната рамка за достъпност.

Фокусът на анализа е поставен върху ролята на **адаптивните технологии – екранни четци, брайлови дисплеи, OCR системи, мобилни приложения** и решения, базирани на **изкуствен интелект** – и върху тяхната интеграция в съвременните онлайн образователни платформи. Специално внимание е отделено на съответствието с международните стандарти за уеб достъпност (напр. **WCAG** и **EN 301 549**) и на възможностите за **персонализирано потребителско изживяване** за ученици и студенти със зрителни увреждания.

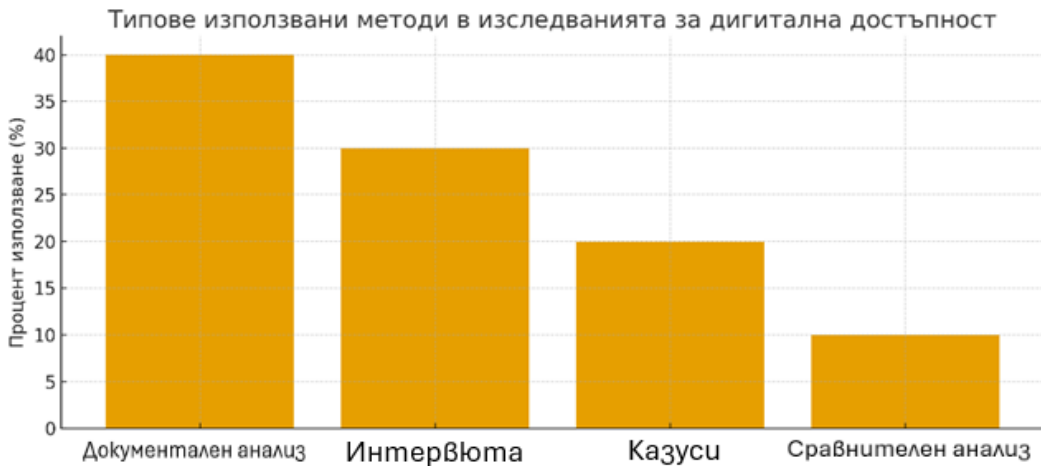
Методологичният подход включва и **оценка на нормативната и политическата рамка**, която влияе върху прилагането на достъпни образователни практики. Чрез **сравнителен анализ на образователни платформи** и **преглед на международни практики** се идентифицират успешни модели за приобщаване, както и съществуващи пропуски.

Сходни изследвания използват **комбиниран качествен подход** при анализ на достъпността на онлайн образователни платформи (Khalid & Pedersen, 2016; Navarro & Moreno, 2021), подчертавайки, че **документалният анализ** е ефективен метод за оценка на **нормативни рамки, технологични стандарти и институционални политики**. **Сравнителният анализ** е широко използван в литературата за оценка на **регионални различия в достъпността** (UNESCO GEM, 2020; WHO, 2019), което допълнително обосновава избора на метода в настоящото изследване.

Фигура 1 представя относителната честота на основните методи, използвани в научните изследвания, посветени на дигиталната достъпност и подпомагащите технологии. Документалният анализ доминира с около 40%, следван от интервюта (30%), казуси (20%) и сравнителен анализ (10%). Данните са синтезирани от обзор на специализираната научна литература и международни доклади.

Изборът на този методологичен подход позволява **пряко адресиране на изследователските въпроси**, свързани с регионалните различия в достъпността, съвместимостта на платформите с международни стандарти и ролята на различните институционални актьори. **Качественият сравнителен анализ** дава възможност за оценка на общите тенденции и системните бариери, съответстващи на поставените цели на изследването.

Целта на тази методология е да осигури **задълбочено разбиране** за начина, по който **помощните технологии и добрите практики** могат да



Фигура 1. Типове използвани методи в изследванията за дигитална достъпност

Източник: Създадено от автора въз основа на преглед на научната литература относно методологичните подходи в изследванията на дигиталната достъпност (Khalid & Pedersen, 2016; Navarro & Moreno, 2021; UNESCO GEM, 2020; WHO, 2019)

подпомогнат изграждането на **по-достъпна, приобщаваща и технологично устойчива** дигитална образователна среда.

3. Помощните технологии като инструмент за достъпност и приобщаване

Съществуващата научна литература подчертава ключовата роля на помощните технологии за осигуряване на приобщаващо обучение и достъп до дигитални ресурси за хора със зрителни увреждания. Според Al-Azawei et al. (2017) и Pacheco & García-Crespo (2020), дигиталната достъпност се определя от наличието на адаптивни инструменти, които компенсират отсъствието на визуална информация чрез алтернативни канали като слух и тактилно възприятие. Международни доклади на WHO (2019), UNESCO (2023) и Perkins School for the Blind (2022) показват, че технологичните решения

като екранни четци, мобилни приложения, OCR системи и тактилни устройства имат пряко въздействие върху академичната успеваемост и участието в електронно обучение.

Въпреки напредъка, **достъпът до тези технологии остава неравномерен между регионите**, като страните с ограничени ресурси продължават да изостават. Изследванията на WebAIM (2022; 2023) предоставят емпирични данни за реалното използване на екранни четци и други инструменти, като показват значителни вариации в предпочитанията и достъпността на решенията. Този преглед очертава необходимостта от системна подкрепа, стандартизация и инвестиции, за да бъде осигурено равнопоставено участие в дигиталната образователна среда.

Съгласуваното прилагане и спазване на установените нормативни рамки допринася за създаването на

Дигитализация

хармонизирани, инклузивни практики в глобален мащаб, насърчавайки равнопоставен достъп до технологии и услуги в различни сектори и държави.

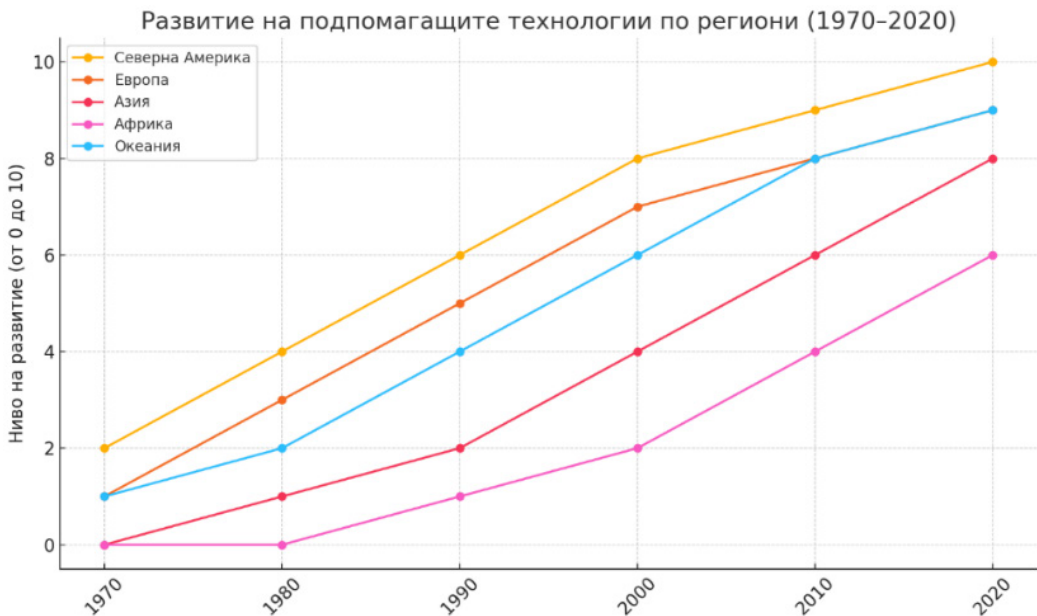
Научната литература разглежда помощните технологии като ключов фактор в приобщаващото образование (Al-Azawei et al., 2017; Pacheco & Garcia-Crespo, 2020). Изследванията показват, че достъпът до екранни четци, адаптивни интерфейси и TTS системи значително подобрява академичните резултати на обучаеми със зрителни увреждания (Kelly & Smith, 2015). Моделите SETT (Student–Environment–Task–Tools) и UDL Framework предлагат теоретична основа за интегриране на технологии в учебния процес, като подчертават необходимостта от

персонализирани решения според нуждите на обучаемия.

Тези технологии включват инструменти и софтуер, специално разработени да подпомагат лица с частична или пълна загуба на зрение в достъпа до информация, комуникация и ориентация в заобикалящата ги среда.

Фигура 2 представя регионалното развитие на подпомагащите технологии за хора със зрителни увреждания за периода 1970-2020 г.

Фигура 2 показва динамиката на развитието на подпомагащите технологии за хора със зрителни увреждания по региони за периода **1970-2020 г.** Северна Америка е лидер в ранното внедряване, следвана от Европа и Азия, които навакхват през последните десетилетия. Регионалните различия



Фигура 2. Регионално развитие на помощните технологии (1970-2020)

Източник: (Създадено от автора въз основа на преглед на научната литература и институционални доклади ([21], [22], [24], [27], [30], [31], [38]).

подчертават зависимостта между технологичните иновации, политическата подкрепа и инвестициите в достъпността, както и необходимостта от **глобално сътрудничество** за преодоляване на изоставането в развиващите се региони.

Често базирани на използването на алтернативни сетивни канали, като слух или допир, подпомагащите технологии обхващат широк набор от решения, включително екранни четци, брайлови дисплеи, програми за преобразуване на текст в реч (TTS), както и софтуер за разпознаване на изображения и текст. Тези технологии играят ключова роля в преодоляването на комуникационни и образователни бариери, осигурявайки на хората с нарушено зрение възможност за по-пълноценно участие в социалния, образователния и професионалния живот.

3.1. Историческо развитие на помощните технологии

Историческото развитие на помощните технологии отразява начина, по който иновациите се адаптират към образователните нужди на хората със зрителни увреждания. С времето се преминава от базови решения като екранни четци и брайлови дисплеи към интегрирани дигитални среди, включващи мобилни приложения, изкуствен интелект и персонализирани инструменти за достъпност. Проследяването на тази еволюция подчертава необходимостта от **синергия между технологичен напредък, социалната подкрепа и образователна политика**, за да се гарантира устойчиво развитие и достъпност.

Екранни четци (National Federation of the Blind, Assist Foundation) – Екранните четци са специализирани приложения, които преобразуват **текстовото съдържание** на екрана в **синтезирана реч** или **брайл**, като по този начин осигуряват възможност за **навигация** и **взаимодействие** с уебсайтове, приложения и документи.

Първият екранен четец е разработен от **IBM** през **1986 г.** под името **IBM Screen Reader**, което поставя началото на нова ера в помощните технологии за хора със зрителни увреждания. По-късно, през **1997 г.**, компанията **Freedom Scientific** пуска **JAWS (Job Access With Speech)**, който бързо се превръща в един от най-широко използваните софтуери, който предлага разширена функционалност за операционната система **Windows**. Вградените решения като **VoiceOver** в устройствата на **Apple** (iOS и macOS) и **TalkBack** за **Android** улесняват достъпа до мобилни приложения и уеб съдържание. Друг широко използван софтуер е **NVDA (Non-Visual Desktop Access)** – безплатно приложение с отворен код, съвместимо с **Windows**, което предлага функционалност, сравнима с комерсиалните решения.

Анализът на използването на екранни четци показва, че техният принос към дигиталната достъпност е пряко свързан с нивото на съвместимост между софтуерните решения и уеб стандартите. Решенията като **JAWS** и **NVDA** демонстрират значително влияние върху приобщаването, но достъпът до тях остава ограничен в региони с по-ниски доходи, което подчертава

Дигитализация

зависимостта от икономическите фактори.

Брайлов дисплей (Telesensory, Rapemneier) – Брайловият дисплей е хардуерно устройство, което преобразува текстовата информация от екрана в **брайл** чрез подвижни пинове, осигурявайки **тактилен достъп** до съдържание в реално време. Технологията е особено полезна при **четене на дълги текстове, програмиране и изучаване на езици**.

Развитието на брайловите дисплеи започва през **70-те години** на ХХ век с компании като **Telesensory** и **Rapemneier**, като едно от първите устройства е **Optacon**. През **80-те години** се появяват първите **търговски достъпни дисплеи с опресняване**, които позволяват по-широко приложение на технологията. Днес сред популярните устройства са **Focus Braille Display** и **Orbit Reader 20**, отличаващи се с **мобилност** и **удобство** при обучение в движение.

Брайловите дисплеи продължават да бъдат ключов инструмент за обучаеми, които предпочитат тактилно възприятие, но високата им цена и ограничената достъпност възпрепятстват широкото им разпространение. Това потвърждава значението на политиките за субсидиране и институционалните програми за подпомагане.

Софтуер за преобразуване на текст в реч (Text-to-Speech – TTS) (Text-to-Speech: Bell Labs 1939; DECtalk 1983). Разработката на първата TTS система започва с демонстрацията на Voder от Bell Labs през 1939 г., дело на Хоумър Дъдли. По-късно, през 1983 г., DECtalk – разработка на Digital

Equipment Corporation – полага основите на съвременните TTS решения. Съществуват множество TTS решения, сред които *NaturalReader*, *Google Text-to-Speech* и *Microsoft Narrator* (интегриран в операционната система Windows).

Технологиите за преобразуване на текст в реч се доказват като основен компонент на приобщаващото обучение, тъй като позволяват гъвкаво възприемане на учебно съдържание. Литературата подчертава, че TTS системите са най-ефективни, когато се интегрират директно в образователните платформи, а не като външни приложения.

Оптично разпознаване на символи (Optical Character Recognition – OCR) (OCR: IBM 1950-те; Kurzweil, 1974) **OCR технологиите** преобразуват **сканирани документи, изображения и ръкописен текст в цифров формат**, който може да бъде прочетен чрез екранни четци или преобразуван в брайл.

Още през **50-те години** на ХХ век **IBM** провежда първите експерименти с OCR системи, но значим пробив настъпва през **1974 г.**, когато компанията **Kurzweil Computer Products**, основана от **Рей Курцауъл**, представя първата функционална OCR система, способна да разпознава текст, отпечатан с различни шрифтове.

Днес OCR технологиите са широко разпространени, като примери за популярни решения са **KNFB Reader**, който преобразува изображения на текст в **аудио** или **брайл**, и **Seeing AI** на **Microsoft**, който разпознава **текст, лица и обекти** в реално време.

OCR технологиите разширяват възможностите за достъп до печатни и

визуални материали, като създават мост между аналоговото и дигиталното съдържание. Независимо от значителния напредък, точността при сложни формати и графични елементи остава предизвикателство.

Мобилни приложения (PDA 90-те; App Store 2008). Концепцията за мобилни приложения възниква през **90-те години** с появата на персоналните цифрови асистенти (**Personal Digital Assistant – PDA**), разработвани от компании като **Palm, Inc.** и **Microsoft**. Истинската технологична революция настъпва през **2008 г.**, когато **Apple** открива **App Store** и променя изцяло начина на разпространение на приложения чрез централизирани онлайн платформи. Това поставя началото на бързото и мащабно развитие на мобилните приложения, които постепенно се превръщат в основен инструмент за достъп до информация, услуги и образователни ресурси.

За хората със зрителни увреждания мобилните приложения предлагат **удобен, гъвкав и достъпен начин** за изпълнение на ежедневни задачи и участие в образователния процес. Приложения като **Be My Eyes** свързват потребителите с доброволци, които предоставят визуална помощ чрез видео разговори в реално време, докато **Aira** осигурява професионални агенти за навигация и описание на обекти в заобикалящата среда. От друга страна, **Voice Dream Reader** предоставя възможност за аудио четене на електронни книги и документи, което улеснява самостоятелното учене и достъпа до образователни материали.

Мобилните приложения се утвърждават като водещи инструменти за самостоятелно учене, благодарение на тяхната достъпност и персонализирана функционалности. Емпиричните данни показват, че те значително повишават ангажираността на обучаемите и компенсират липсата на специализирани устройства.

Днес мобилните приложения играят ключова роля за подобряване на **качеството на живот** и **учебния опит** на хората със зрителни затруднения, като разширяват възможностите за автономност и активно участие в дигиталната среда.

Смарт устройства и гласови асистенти (Apple Inc., 2011). Концепцията за смарт устройства и гласови асистенти се развива бързо през последното десетилетие и оказва значително влияние върху достъпа до технологии за хората със зрителни увреждания. **Apple** поставя началото на тази тенденция през **2011 г.** с представянето на **Siri** – първия широко достъпен гласов асистент, интегриран в мобилните устройства. През **2014 г.** **Amazon** навлиза на пазара с **Echo** и виртуалния асистент **Alexa**, което бележи нов етап в развитието на устройствата с управление чрез гласови команди.

Днес гласовите асистенти като **Siri**, **Google Assistant** и **Alexa** се използват за разнообразни дейности – от търсене на информация в интернет и четене на съобщения до задаване на напомнания и управление на интелигентни устройства. Наред с тях, все по-голяма популярност придобиват **умните очила OrCam MyEye**, които предоставят визуална подкрепа чрез

разпознаване на обекти, текстове и лица, улеснявайки ориентацията и ежедневните дейности на хора със зрителни увреждания.

Смарт устройствата и гласовите асистенти трансформират начина, по който хората със зрителни затруднения взаимодействат с дигиталната среда. Те позволяват автономност и улесняват навигацията, но изискват постоянна интернет свързаност и високо ниво на технологична поддръжка.

Смарт устройствата и гласовите асистенти се превръщат във важен елемент от **дигиталната достъпност**, като осигуряват по-висока степен на автономност и улесняват взаимодействието с онлайн съдържание, услуги и образователни ресурси.

Брайлови принтери. Брайловите принтери (ембосери) са устройства, които преобразуват **цифров текст в релефен брайл**, осигурявайки **тактилен достъп** до съдържание за хора със зрителни увреждания. Технологията има ключова роля за предоставянето на **образователни материали, документи и учебни ресурси** в достъпен формат. Първият специално създаден брайлов принтер е разработен от компанията **Braille Technologies**, основана от **г-р Робърт Х. Макгрегър**, чиито устройства започват да се използват широко още през **50-те години** на ХХ век (Braille Technologies, 1950). Съществен принос има и **IBM**, която през **1971 г.** (IBM, 1971) представя собствен модел брайлов принтер, ускорявайки навлизането на технологията в образователната и професионалната среда.

Въпреки че брайловите принтери остават незаменими за осигуряване на

тактилни учебни материали, тяхната цена и необходимостта от специализирана поддръжка ограничават широкото им използване. Това подчертава значението на институционалните инвестиции и достъпните политики.

Днес брайловите принтери остават **необходим инструмент** за хората със зрителни увреждания, като улесняват достъпа до информация и допринасят за **пълноценно участие** в образователния процес.

Разширения за браузъри и инструменти за уеб достъпност. Разширението за браузъри и инструментите за уеб достъпност играят важна роля в адаптирането на **онлайн съдържанието** за хора със зрителни увреждания. **World Wide Web Consortium (W3C)** започва разработването на **стандарту за уеб достъпност** още през **1995 г.** (**World Wide Web Consortium, 1995**), полагайки основите за съвременното разбиране на приобщаващата дигитална среда.

С навлизането на **Google Chrome** през **2010 г.** се наблюдава значителен напредък, благодарение на интегрираната поддръжка на разширения, предназначени за подобряване на достъпността. Сред първите решения е **ChromeVox** – екранен четец, който осигурява гласово възпроизвеждане на съдържание директно в браузъра. Допълнителни инструменти като **Read Aloud** позволяват автоматично прочитане на текстови материали, а специализирани **ad blockers** премахват визуалния шум, за да улеснят възприемането на информацията.

Разширенията за браузъри представляват достъпно решение, което

Дигитализация

позволява адаптиране на уеб съдържанието без необходимост от скъпо оборудване. Те са особено полезни за бърз достъп, но зависимостта им от интерфейса на брауъра може да ограничи функционалността.

Днес тези технологии са **неотменима част** от екосистемата на дигиталната достъпност, като разширяват

Фигура 3 и фигура 4 показват популярността на различни помощни технологии, използвани от хора със зрителни увреждания за достъп до онлайн съдържание и образователни ресурси. **Мобилните приложения и смарт устройствата** са водещи по използваемост, докато **екранните четци, TTS и OCR технологиите** заемат стабилни позиции. **Брайловите устройства** и

Образование за хора със зрителни увреждания

възможностите за навигация, взаимодействие и използване на онлайн ресурси от хора със зрителни затруднения.

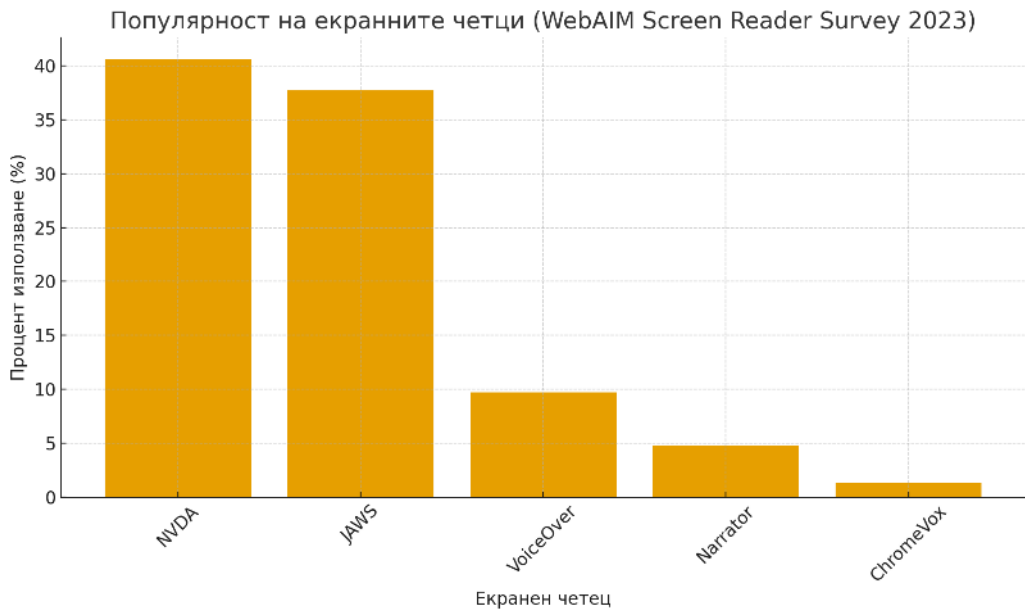
На следващите фигури се илюстрира популярността на основните помощни технологии, използвани за достъп до онлайн съдържание и образователни ресурси.

инструментите за уеб достъпност се използват по-ограничено, което подчертава нуждата от по-добро финансиране и популяризиране на тези решения. Фигура 4 представя популярността на различни екранни четци, използвани от хора със зрителни увреждания за достъп до онлайн съдържание и образователни ресурси.



Фигура 3. Популярност на използването на подпомагащите технологии

Източник: Създадена от автора на база синтезирани данни от: [1], [10], [19], [29], [30], [31], [36], [38], [40], (Виж използвана литература)



Фигура 4. Популярност на екранните четци според WebAIM Screen Reader Survey 2023
Източник: Създадено от автора въз основа на данни от WebAIM (2023)

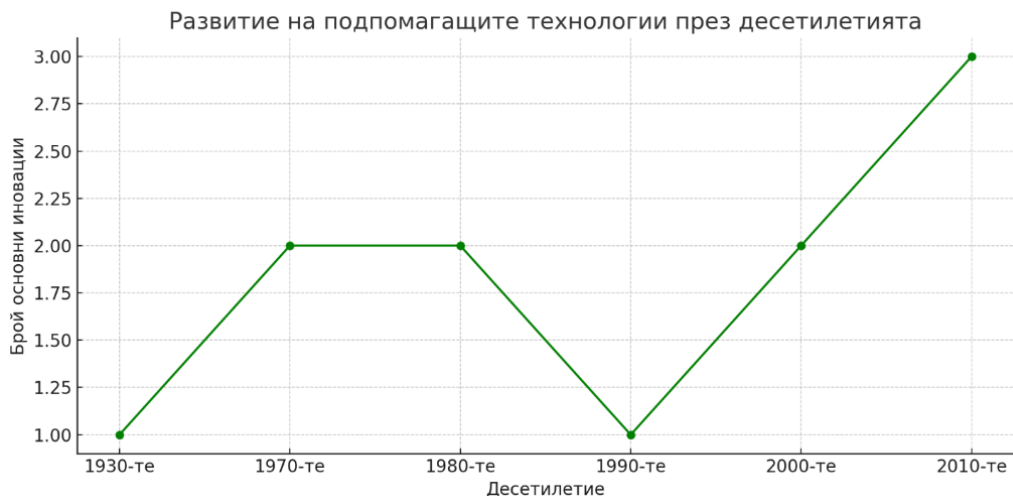
Данните, представени във фигура 3 и фигура 4, допълнително потвърждават, че употребата на помощни технологии е силно концентрирана около универсални решения като екранни четци, мобилни приложения и TTS системи, докато специализираните устройства остават ограничено използвани. Това структурно разпределение е ключово при оценката на потребностите и приоритизирането на инвестициите в дигиталната достъпност.

Водещите онлайн образователни платформи също въвеждат функционалности, насочени към потребители със зрителни увреждания. Например, Coursera и edX поддържат използване на екранни четци и предоставят транскрипции за видео материалите. Khan Academy предлага текстови резюмета и аудио съдържание.

В обобщение, най-голям потенциал за приобщаващо онлайн обучение има приоритизирането на универсални решения (мобилни приложения, TTS, OCR) и последователното прилагане на стандартите за достъпност от платформите, докато специализираните технологии следва да се внедряват целево според конкретните нужди.

В контекста на непрекъснатото развитие на помощните технологии е от съществено значение да се проследи тяхната еволюция във времето. Историческият преглед не само разкрива основните етапи в технологичния напредък, но и подчертава влиянието на социални, икономически и образователни фактори върху степента на достъпност.

Фигура 5 илюстрира динамиката на иновациите в помощните технологии



Фигура 5. Развитие на подпомагащите технологии през десетилетията

Източник: Създадена от автора въз основа на исторически преглед от източници [14]–[21] и допълнителен анализ на технологични иновации по десетилетия (виж използвана литература)

през последните десетилетия, очертавайки ключови тенденции и моменти на технологичен пробив.

Фигура 5 илюстрира развитието на помощните технологии за хора със зрителни увреждания по десетилетия, измерено чрез броя на ключови иновации. Технологичният напредък се развива на **вълни** – стабилен растеж през 1970–1980-те, кратък застои през 1990-те и рязко ускоряване след 2000 г., достигайки пик през 2010-те с навлизането на мобилни приложения, гласови асистенти и уеб разширения. Тази динамика подчертава **глобалния фокус върху дигиталната достъпност** и потенциала на съвременните технологии да разширят образователните възможности за хора със зрителни увреждания.

Историческото развитие на помощните технологии показва, че макар напредъкът да се осъществява неравномерно и на „вълни“, общата тенденция е към **увеличаване на достъпността**,

персонализацията и интеграцията на технологиите в образованието. Натрупаният опит, международните стандарти и иновативните решения изграждат основата за създаване на **по-приобщаващи и гъвкави учебни среди**, които отговарят на различните потребности на хората със зрителни увреждания.

3.2 Обобщение и изводи

Представеният преглед показва, че подпомагащите технологии за хора със зрителни увреждания се развиват интензивно, но степента на тяхната интеграция в образователните среди остава неравномерна. Най-широко разпространени са решенията, базирани на екранни четци и преобразуване на текст в реч, докато по-специализираните инструменти – напр. тактилна графика и системи за разпознаване на образи – се прилагат ограничено

поради по-висока цена и необходимост от специфична експертиза.

Налице е отчетлива връзка между наличието на институционални политики, технологични инвестиции и реалното използване на подпомагащи технологии. Държави и институции с по-силна нормативна и финансова подкрепа отбелязват значително по-гобра интеграция на подобни решения в обучението. Това потвърждава, че технологичният прогрес сам по себе си не е достатъчен – необходим е системен подход, включващ обучение на персонала, разработване на стандарти за достъпност и устойчиви механизми за финансиране.

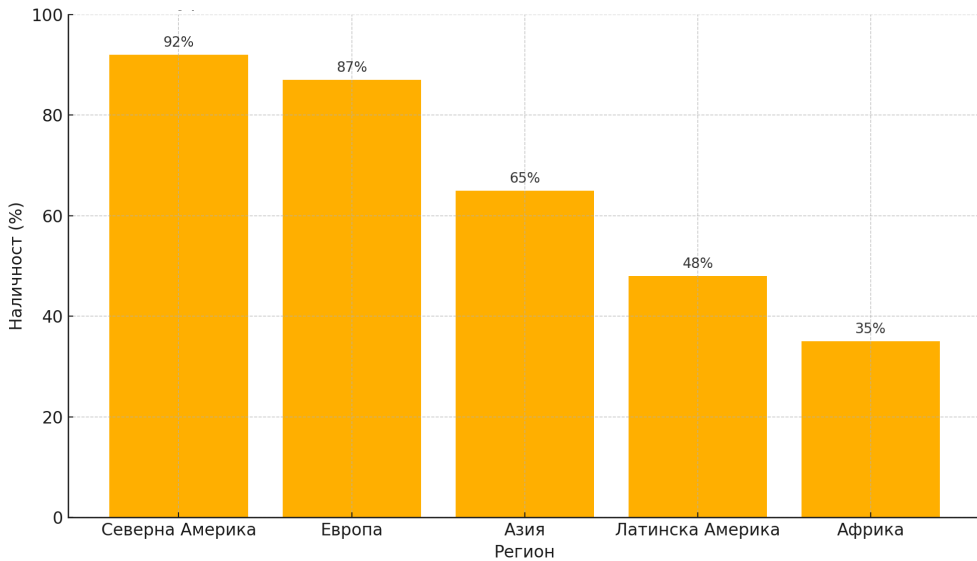
Въпреки широкия набор от налични решения, достъпът до тях остава ограничен за много обучаеми, особено в страни с по-ниски доходи и в по-слабо ресурсно обезпечени институции. Това поставя на дневен ред необходимостта от политики за намаляване на неравенствата, осигуряване на достъп до помощни средства и развитие на приобщаваща среда, която да съчетава технологични, педагогически и организационни елементи.

Направеният анализ отговаря пряко на изследователските въпроси, свързани с динамиката на развитие на помощните технологии, степента на тяхната интеграция в онлайн образованието и влиянието на нормативната и институционалната рамка. Резултатите подчертават необходимостта от стратегически подход към прилагането на дигитална достъпност, който да комбинира технологични решения, педагогически модели и организационна подкрепа.

4. Глобален достъп до подпомагащи технологии: институционални усилия и регионални различия

Международните доклади и научни изследвания очертават ясно изразени регионални неравенства в достъпа до помощни технологии за хора със зрителни увреждания. Според UNESCO (2023), WHO (2019) и World Bank (2022) наличността на адаптивни решения е висока в Северна Америка и Европа, докато регионите с по-нисък доход страдат от ограничени ресурси, липса на обучен персонал и недостатъчни инвестиции в дигитална достъпност. Изследванията на WebAIM (2023) и Perkins School for the Blind (2022) показват, че институционалната ангажираност и наличието на законодателни изисквания са критични фактори за успешно внедряване на подпомагащи технологии.

Разпространението и прилагането на помощни технологии за хора със зрителни увреждания не е равномерно по света. Достъпът до такива технологии зависи от редица фактори – включително икономическо развитие, институционален ангажимент, наличие на законодателство и инвестиции в достъпността. Следващите фигури разглеждат/показват няколко ключови измерения на този въпрос: регионални различия в наличността на технологии, сравнителен анализ на достъпността по тип институции и ролята на различни сектори в осигуряването на достъпна образователна среда. Данните илюстрират, че докато някои региони и организации показват високи нива на прилагане, други все още се нуждаят



Фигура 6. Регионална наличност на подпомагащи технологии (%)

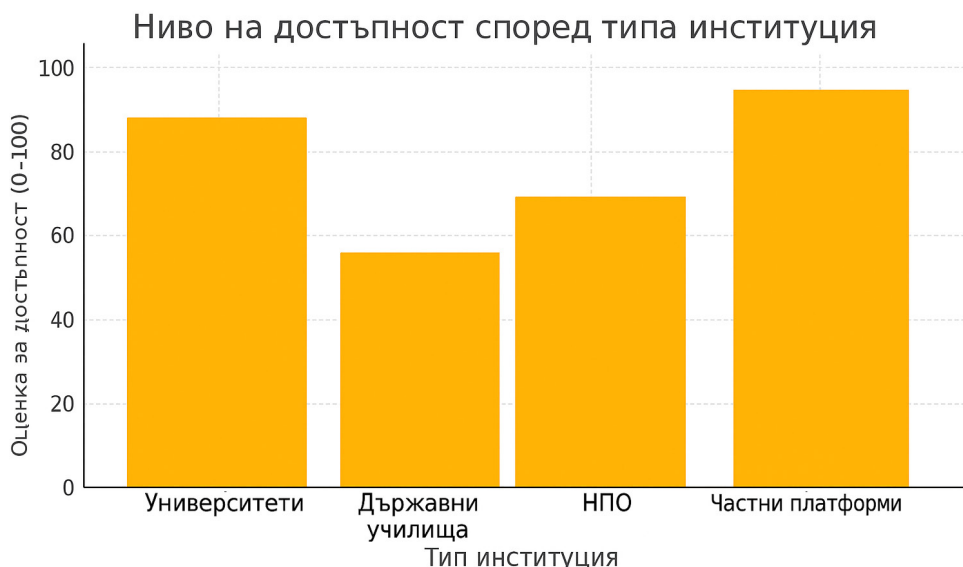
Източник: Създадено от автора въз основа на данни от WHO, UNESCO, Perkins School for the Blind, American Foundation for the Blind и регионални образователни програми [1], [23], [24], [30], [31], [32], [39], [41]

от целенасочена подкрепа, по-добри стратегии и междусекторно сътрудничество.

Фигура 6 показва изразени регионални различия в наличността на основните помощни технологии за хора със зрителни увреждания. Северна Америка и Европа предлагат най-висок достъп, докато Африка и Латинска Америка изостават значително, особено по отношение на брайловите дисплеи и OCR решенията. Мобилните приложения остават най-достъпната технология във всички региони поради ниската си цена и широката разпространеност, което подчертава тяхната ключова роля за приобщаващото образование.

Регионалните разлики отразяват икономическите ресурси, стабилността на законодателната рамка и степента на институционална подкрепа. Успешните практики се характеризират с ясно законодателство, целенасочени инвестиции и активно междусекторно сътрудничество. Данните подчертават необходимостта от международни усилия и стратегически политики за намаляване на глобалните неравенства в достъпа до помощни технологии.

Фигура 7 представя сравнителен анализ на нивото на достъпност между различни видове образователни институции и платформи.



Фигура 7. Ниво на достъпност според типа институция

Източник: Създадено от автора въз основа на сравнителни данни от EdX, Open University, Vision Australia, UNESCO и Европейската комисия

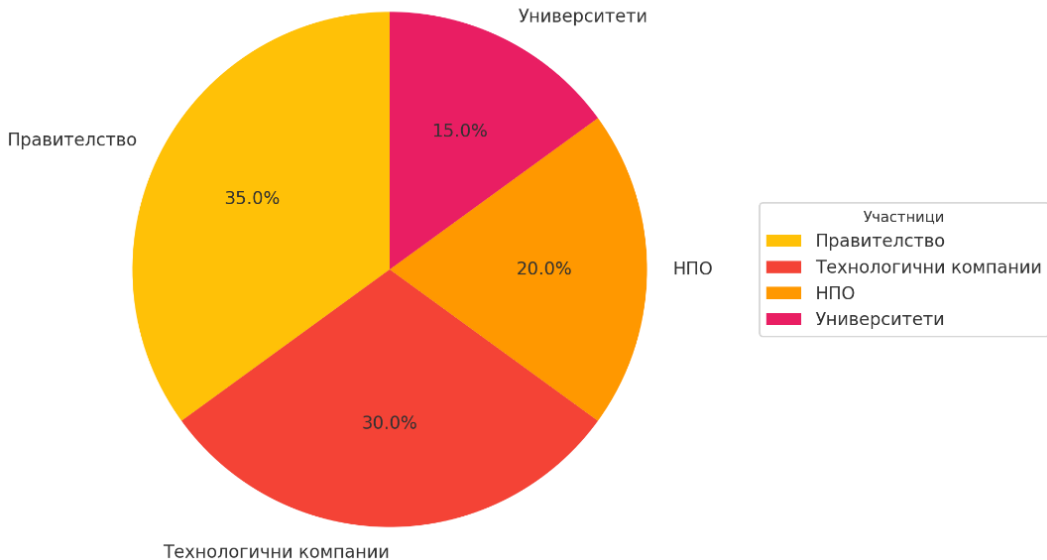
Фигура 7 сравнява нивото на достъпност между различни типове образователни институции. Частните платформи показват най-висока степен на достъпност благодарение на гъвкави технологични решения и по-бърза интеграция на адаптивни технологии, следвани от университетите, които все по-активно прилагат международни стандарти за достъпност. Държавните училища изостават поради ограничени ресурси и липса на последователни инвестиции, което подчертава необходимостта от по-целенасочени политики и междусекторно сътрудничество.

Анализът показва, че достъпността не е само технологичен въпрос, а отразява управленските практики, институционалния капацитет и финансовите приоритети. Частните платформи

инвестират по-активно в адаптивни функции, тъй като оперират в конкурентна среда, докато публичните институции често зависят от национални бюджети и регулаторни ограничения. Това подчертава значението на подкрепящи политики, финансиране и обучение на персонала за подобряване на достъпността в публичния сектор.

На диаграмата от фигура 8 се илюстрира приносът на различни институции към усилията за осигуряване на достъпност за хора със зрителни увреждания. **Правителствата** водят с най-голям дял благодарение на нормативни политики и финансиране, докато **технологичните компании** играят ключова роля чрез иновации и разработване на адаптивни решения. **НПО** действат като посредници между потребителите и институциите,

Сътрудничество между държавни и частни усилия за достъпност



Фигура 8. Сравнение между държавни и частни усилия за достъпност

Източник: Създадено от автора въз основа на сравнителен анализ на инициативи, описани в [7], [13], [24], [31], [39]

а **университетите** допринасят чрез изследвания и академични разработки. Диаграмата подчертава, че **устойчивата достъпност изисква съвместни усилия** на публичния, частния и нестопанския сектор.

Сравнението между секторите показва, че устойчивото приобщаване е резултат от комбинирани усилия и не може да бъде постигнато от един сектор самостоятелно. Правителствата осигуряват регулации, технологичните компании – иновации, а НПО – посредничество и подкрепа. Това многосекторно взаимодействие е критичен фактор за развитие на достъпна цифрова среда.

В заключение може да се каже, че ефективното приобщаване е възможно само чрез **координирани действия**

между правителства, технологични компании, НПО и академични институции, като споделената отговорност е ключът към реален и устойчив напредък.

Регионалните различия и институционалните усилия очертават както предизвикателствата, така и възможностите за развитие на достъпна образователна среда чрез помощни технологии. Частните и технологичните организации играят съществена роля в иновациите и персонализираните решения, но устойчивото приобщаване изисква интегриран подход – включващ публичен ангажимент, законодателни механизми и инвестиции в инфраструктура. Само чрез споделена отговорност между сектори и региони може да се осигури реален, равнопоставен

Дигитализация

достъп до образование за хора със зрителни увреждания по света.

Този анализ пряко засяга изследователските въпроси, свързани с институционалните различия и регионалната достъпност, като показва, че развитието на помощните технологии е резултат от комплексно взаимодействие между икономически условия, политически ангажименти и технологични иновации. Това потвърждава необходимостта от стратегическо планиране на всички нива – от национални политики до институционални практики.

5. Глобални предизвикателства пред дигиталната достъпност

Въпреки значителния напредък в развитието на помощни технологии и онлайн образователни платформи, хората със зрителни увреждания продължават да се сблъскват с редица глобални предизвикателства, които ограничават тяхното пълноценно включване в образователния процес. Сред основните проблеми са **ограниченият достъп до технологии** и високата им цена, както и недостатъчната интернет свързаност в отдалечени райони, която възпрепятства използването на онлайн ресурси. Дигиталната неграмотност остава сериозна бариера, особено в развиващите се държави, където липсват необходимите умения за работа с адаптивни устройства и софтуер.

Международните доклади на UNESCO (2023), WHO (2019), ITU (2022) и World Bank (2021) подчертават, че дигиталната достъпност остава критично глобално предизвикателство въпреки значителния технологичен

напредък. Изследванията показват, че достъпът до помощни технологии е силно зависим от икономическото развитие, инфраструктурата, интернет свързаността и степента на институционална подкрепа. Според Perkins School for the Blind (2022) и WebAIM (2023), над 60% от хората със зрителни увреждания в развиващите се региони срещат системни бариери, свързани с цена, недостъпни платформи, липса на адаптирани материали и ограничени дигитални умения.

Много образователни платформи все още **не осигуряват универсална достъпност** и често не са оптимизирани за екранни четци или други адаптивни технологии. Видеоматериалите рядко съдържат аудиоописания, а учебните ресурси в достъпни формати – като аудио, брайл или интерактивни визуализации – са ограничени. Дори когато съществуват автоматизирани инструменти за преобразуване на текст, тяхното качество невинаги е достатъчно високо за сложни материали като формули, графики и диаграми.

Към това се добавят **културни и социални бариери** – стигматизация, ниски обществени очаквания и липса на информираност за нуждите на хората със зрителни затруднения. Образователните институции често не разполагат с подготвени преподаватели, а слабата им дигитална грамотност затруднява интегрирането на помощните технологии в учебния процес. **Финансовите и институционалните ограничения** също играят значителна роля: в много държави липсват адекватно финансиране, приобщаващи политики и подкрепящи центрове.

Допълнително предизвикателство представляват **езиковите ограничения**, тъй като голяма част от адаптивния софтуер и достъпните образователни ресурси са налични само на основни езици, което затруднява обучението в страни с езиково разнообразие. Особено сериозен проблем е и **ограниченият достъп до STEM дисциплини** – сложните формули, графики и специализираните лабораторни практики рядко са напълно достъпни за хора със зрителни увреждания.

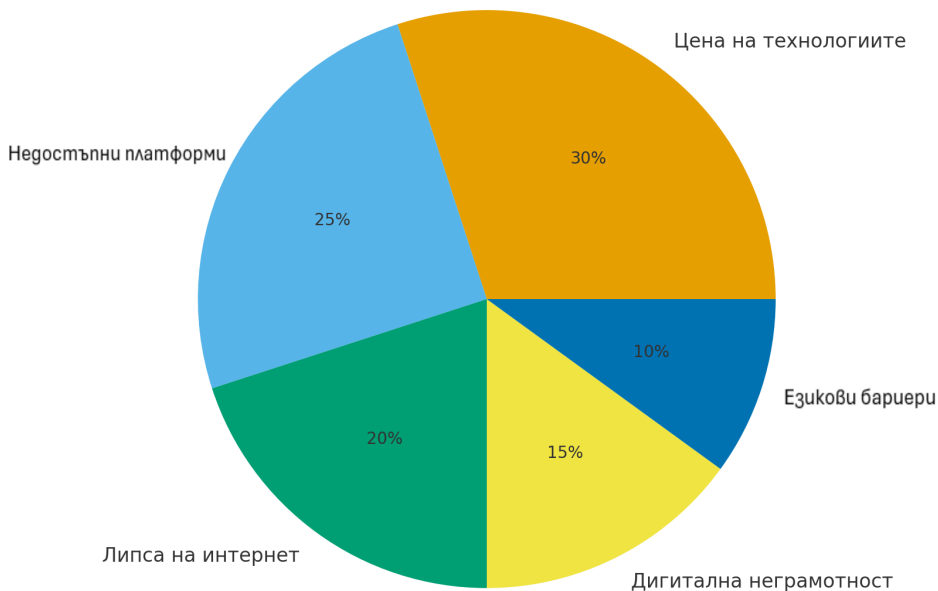
С навлизането на **изкуствения интелект** възникват нови предизвикателства, тъй като много от иновативните решения не са проектирани с

мисъл за хората с увреждания и често липсват персонализирани адаптации. **Пандемията от COVID-19** допълнително изостри тези проблеми: бързата дигитализация на образованието често не отчете нуждите на хората със зрителни затруднения, оставяйки мнозина извън процеса на онлайн обучение.

Фигура 9 представя относителния дял на основните глобални бариери, които възпрепятстват дигиталната достъпност за хора със зрителни увреждания.

Фигура 9 показва относителния дял на основните бариери, ограничаващи дигиталната достъпност за хора със зрителни увреждания. Цена на

Глобални бариери пред дигиталната достъпност



Фигура 9. Глобални бариери пред дигиталната достъпност

Източник: Създадено от автора въз основа на синтез на данни от международни доклади и научни публикации относно дигиталната достъпност (UNESCO, WHO, ITU, World Bank)

Дигитализация

технологиите, недостъпни платформи и липса на интернет свързаност формират най-големия дял от препятствията, следвани от дигиталната неграмотност и езиковите бариери. Тази структура подчертава, че предизвикателствата са едновременно технологични, икономически и социални.

Представеното разпределение показва, че усилията за подобряване на дигиталната достъпност не могат да се ограничат само до внедряване на нови технологии. Необходимо е едновременно да се адресират икономическите фактори (цена и финансиране), инфраструктурните дефицити (интернет свързаност) и образователните предизвикателства (дигитална грамотност и езикова подкрепа). Това потвърждава нуждата от комплексни политики, които комбинират технологични решения с обучение, социална подкрепа и международно сътрудничество.

За преодоляване на тези бариери са необходими целенасочени глобални усилия – разработване на по-достъпни технологии чрез партньорства между технологични компании и образователни институции, стандартизиране на международните насоки за достъпност, повишаване на информираността сред обществото и преподавателите, както и инвестиции в адаптивни технологии и образование. Особено важна е подкрепата на развиващите се държави чрез глобални инициативи на организации като **ЮНЕСКО** и **Световната банка**, за да се гарантира **равнопоставен достъп** до образование за всички.

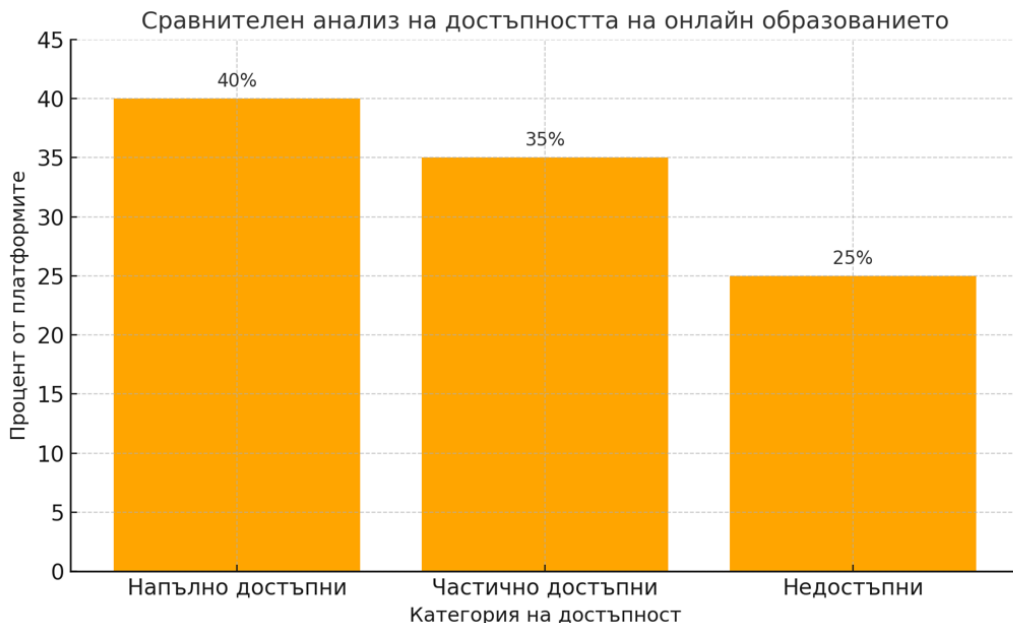
Фигура 10 показва степента на достъпност на онлайн образователните платформи за потребители със зрителни затруднения.

Фигура 10 показва нивото на достъпност на онлайн образователните платформи за хора със зрителни увреждания. Само **40%** от платформите са напълно достъпни и съвместими с помощни технологии, докато **35%** предлагат частична достъпност с липсващи ключови елементи като аудиоописания и достъпни PDF файлове. Около **25%** от платформите остават напълно недостъпни, което подчертава необходимостта от по-строго прилагане на международните стандарти за достъпност и засилено сътрудничество между институции и технологични компании.

С оглед на тенденцията към дигитализация на образованието, осигуряването на **универсално достъпни платформи** не само е въпрос на етика и равнопоставеност, но и стратегическо изискване за устойчиво развитие на образователните системи в глобален мащаб.

Фигура 10 подчертава неравномерния напредък в прилагането на достъпността и показва, че макар да има положителни практики, значителна част от образователните платформи все още не отговарят на нуждите на всички учаци. В заключение, постигането на универсална достъпност на онлайн образователните платформи е ключово условие за изграждането на приобщаваща и устойчива дигитална образователна среда.

За да се оцени глобалната картина на достъпността, таблица 1



Фигура 10. Сравнителен анализ на достъпността на онлайн образованието

Източник: Създадено от автора въз основа на анализ на достъпността от EdX, [27], [33], [34], [32], [39], [31], [24], [40] (виж използвана литература)

Забележка: „Напълно достъпни“ означава пълна съвместимост с екранни четци и адаптивни технологии.

представя сравнителен преглед на наличието на основни подпомагащи технологии за хора със зрителни увреждания в различни региони.

Данните показват, че развитите региони като Северна Америка и Европа предлагат пълен достъп до всички основни технологии, докато в Африка и части от Азия достъпът е частичен или липсва. Това подчертава ясно изразено дигитално неравенство.

Таблица 1 илюстрира регионална наличност и използваемост на подпомагащи технологии (в проценти). Тя илюстрира сравнителната степен на достъп и внедряване на основни технологии за хора със зрителни увреждания в различни региони на света.

Докато таблица 1 показва дали достъпът е наличен, таблица 2 представя количествена оценка на тази наличност в проценти, което позволява по-детайлен сравнителен анализ между регионите.

Таблица 2 представя **оценка на достъпността** до ключови помощни технологии за хора със зрителни увреждания в различни световни региони. Показаните проценти **не отразяват потребление, а наличност и достъпност** – т.е. дали хората в даден регион **имат възможност да използват** съответната технология.

Например Северна Америка има над 90% наличност за почти всички категории. **Африка** показва значително

Таблица 1. Регионална достъпност на подпомагащи технологии

Регион	Екранни четци	Брайлови дисплеи	Текст-в-реч (TTS)	OCR	Смарт устройства	Мобилни приложения
Северна Америка	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Европа	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Азия	Частично	Частично	Да	Да	Да	Да
Африка	Частично	Не	Частично	Не	Частично	Да
Латинска Америка	Да	Частично	Да	Частично	Да	Да
Океания	Да	Да	Да	Да	Да	Да

Източник: Създадено от автора въз основа на доклади на C3O, UNESCO, Perkins School for the Blind, AFB, и регионални изследвания [1], [23], [24], [30], [31] (виж използвана литература).

Таблица 2. Регионална наличност на подпомагащи технологии (%)

Регион	Екранни четци	Брайлови дисплеи	TTS (Текст - реч)	Мобилни приложения	OCR технологии	Брайлови принтери
Северна Америка	95	85	90	98	92	80
Европа	90	80	88	95	88	78
Азия	85	65	80	90	83	60
Африка	70	40	60	75	58	35

Източник: Създадено от автора въз основа на синтез от следните източници: [24], [27], [31], [32], [39], [40].

по-ниска наличност (30-50%), което подчертава дигиталното неравенство. **А Европа и Азия** се намират в средата, с високи стойности за мобилни приложения и четци на екран.

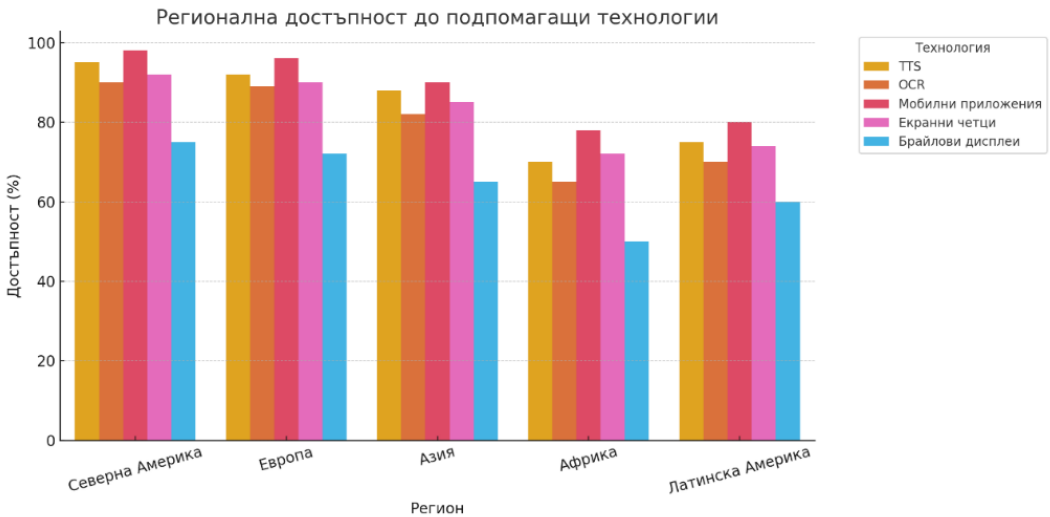
Данните потвърждават значителните различия между регионите – докато Северна Америка и Европа подгържат високи нива на достъпност, Африка изостава грастично, което подчертава нуждата от международни политики и инвестиции за преодоляване на неравенствата.

На базата на обобщените данни от таблиците относно наличността на основни подпомагащи технологии в

различни региони, е изготвена следната визуализация. Целта е да се представи сравнителен поглед върху степента на достъп до ключови технологии, които имат съществено значение за онлайн образованието на хора със зрителни увреждания.

Графиката на фигура 11 представя регионалните различия в достъпа до основните помощни технологии за хора със зрителни увреждания.

Фигура 11 показва регионалните различия в достъпа до подпомагащи технологии за хора със зрителни увреждания. **Северна Америка** и **Европа** демонстрират високи нива на достъп



Фигура 11. Наличност на подпомагащи технологии по региони

Източник: Създадено от автора въз основа на обобщени данни от международни доклади и експертни анализи (виж [24], [25], [31])

до всички решения, докато **Африка** и части от **Азия** изостават значително, особено при скъпите технологии като брайловите дисплеи. **Латинска Америка** заема междинна позиция с по-добри резултати при мобилните приложения и екранните четци, което се свързва с по-бързата дигитализация в региона. Тези различия подчертават необходимостта от глобални усилия за преодоляване на икономическите и институционални бариери пред достъпността.

Тези данни подчертават необходимостта от **глобални политики и погкрена**, които да адресират регионалните неравенства в достъпа до технологии, особено в контекста на онлайн образованието и приобщаването на хора със зрителни увреждания. В крайна сметка, намаляването на регионалните различия в достъпа до мощни технологии е ключов фактор за

изграждането на приобщаващо и равнопоставено онлайн образование.

В заключение, въпреки значителния технологичен напредък, дигиталната достъпност за хора със зрителни увреждания остава предизвикателство на глобално ниво. Финансовите ограничения, липсата на стандартизация, недостигът на адаптирани ресурси и социалните бариери продължават да възпрепятстват пълното приобщаване. Преодоляването на тези проблеми изисква интегрирани усилия – координация между институции, технологични компании и образователни платформи, както и инвестиции в иновации и политики, които гарантират равен достъп до образование за всички.

Анализът в този раздел пряко засяга изследователските въпроси, свързани с глобалните различия в достъпността, системните бариери и ролята на институционалните политики. Данните

показват, че предизвикателствата пред дигиталната достъпност са резултат от комплексно взаимодействие между икономически ресурси, нормативни рамки и технологични иновации, което потвърждава поставената цел за оценка на факторите, влияещи на приобщаването в онлайн образованието.

6. Заключение

Настоящото изследване изследва поставените цели, като предоставя цялостен анализ на помощните технологии, глобалните тенденции и институционалните предизвикателства пред дигиталната достъпност. Чрез сравнителен анализ, документарно изследване и синтез на водещи публикации, изследването отговаря пряко на поставените изследователски въпроси, свързани с регионалните различия, ролята на институциите и ефективността на помощните технологии в онлайн обучението.

Литературният обзор, включващ данни от международни организации (UNESCO, WHO, ITU), научни статии и емпирични изследвания, потвърждава тенденциите, установени в настоящия анализ. В публикацията се уповаваме на утвърдени изследвания, които подчертават значението на нормативната рамка, педагогическите подходи и достъпните технологии за хора със зрителни увреждания.

Получените резултати показват, че помощните технологии са критичен фактор за приобщаването, но тяхното въздействие е силно зависимо от икономическия контекст, институционалния капацитет и

политическата готовност за реформи. По този начин изследването не само обобщава ключови глобални тенденции, но и разкрива структурните пречки, които продължават да ограничават равнопоставения достъп до образование.

На основата на анализа може да се заключи, че поставените цели са постигнати: установени са основните бариери, оценени са възможностите на помощните технологии и е очертана перспектива за развитие на приобщаващото онлайн образование. Това потвърждава научната и практическа значимост на изследването и подчертава нуждата от бъдещи усилия, насочени към системно подобряване на достъпността в глобален мащаб.

Приобщаващото образование, подкрепено от помощни технологии, е не просто необходимост, а **ключова предпоставка** за изграждането на справедливо и отворено общество. За хората със зрителни увреждания то предоставя възможности за **развитие, самостоятелност и активно участие** в социалния и икономическия живот. Напредъкът в технологиите, съчетан с **целенасочени политики и иновативни педагогически практики**, показва, че ефективното приобщаване е **постижимо** при наличие на визия, сътрудничество и устойчиви инвестиции.

Международният опит ясно демонстрира, че **институционализираната подкрепа**, интеграцията на технологиите и подготвената образователна среда водят до **по-високи академични резултати и пълноценна социална реализация.** Общите характеристики

на успешните модели включват **ангажираност на институциите, наличие на нормативна рамка, инвестиции в помощни средства и обучение на преподавателите.**

Въпреки напредъка, остават значителни **предизвикателства** – регионални различия в достъпа до технологии, липса на адаптирани ресурси, социални предразсъдъци и ограничен институционален капацитет. Решаването им изисква **комплексен подход**, който обединява усилията на **правителства, образователни институции, технологични компании, неправителствени организации и самите обучаеми.**

Помощните технологии не са просто технически решения, а **инструмент за равнопоставеност и социално включване.** Тяхната ефективност обаче зависи от изграждането на **широка екосистема за подкрепа** – нормативна, социална и икономическа. В бъдеще приобщаващото образование трябва да се развива **в синхрон с технологичните иновации** и с реалните нужди на различните групи обучаеми, за да се гарантира, че технологиите ще се превърнат в **катализатор на равенството**, а не в привилегия за малцина.

В този контекст помощните технологии не просто **преодоляват бариери** – те **променят същността на образованието**, превръщайки го в инструмент за **справедливост, достойнство и социална ангажираност.**

Настоящото изследване изследва поставените цели, като представя цялостен анализ на помощните

технологии, глобалните тенденции и институционалните предизвикателства пред дигиталната достъпност. Чрез сравнителен анализ, документално изследване и синтез на водещи публикации, изследването отговаря пряко на поставените изследователски въпроси, свързани с регионалните различия, ролята на институциите и ефективността на помощните технологии в онлайн обучението.

Литературният обзор, включващ данни от международни организации (UNESCO, WHO, ITU), научни статии и емпирични изследвания, потвърждава тенденциите, установени в настоящия анализ. В публикацията се уповаваме на утвърдени изследвания, които подчертават значението на нормативната рамка, педагогическите подходи и достъпните технологии за хора със зрителни увреждания.

Получените резултати показват, че помощните технологии са критичен фактор за приобщаването, но тяхното въздействие е силно зависимо от икономическия контекст, институционалния капацитет и политическата готовност за реформи. По този начин изследването не само обобщава ключови глобални тенденции, но и разкрива структурните пречки, които продължават да ограничават равнопоставения достъп до образование.

На основата на анализа може да се заключи, че поставените цели са постигнати: установени са основните бариери, оценени са възможностите на помощните технологии и е очертана перспектива за развитие на

приобщаващото онлайн образование.

Това потвърждава научната и практическа значимост на изследването и

подчертава нуждата от бъдещи усилия, насочени към системно подобряване на достъпността в глобален мащаб.

Цитирани източници (References):

1. Георгиева, С. & Михайлова, Р. (2019). Достъпността на електронното обучение за хора със специални образователни потребности. *Педагогика*, 91(3), 342–355.
(Georgieva, S. & Mihaylova, R. (2019). Dostapnostta na elektronното obuchenie za hora sas spetsialni obrazovatelni potrebnosti. *Pedagogika*, 91(3), 342–355)
2. Иванов, П. (2020). *Приобщаващо образование за ученици със зрителни увреждания: Проблеми и перспективи*. София: Университетско издателство „Св. Климент Охридски“.
(Ivanov, P. (2020). *Priobshtavashto obrazovanie za uchenitsi sas zritelni uvrezhdania: Problemi i perspektivi*. Sofia: Universitetsko izdatelstvo „Sv. Kliment Ohridski“)
3. Министерство на образованието и науката (2023). *Закон за предучилищното и училищното образование (ЗПУО)*. Достъпно на: <https://mon.bg/bg/57>
(Ministerstvo na obrazovaniето i naukata (2023). *Zakon za preduchilishhtnoto i uchilishhtnoto obrazovanie (ZPUO)*. Dostapno na: <https://mon.bg/bg/57>)
4. Министерство на образованието и науката (2023). *Национална стратегия за приобщаващо образование*. София: МОН. Достъпно на: <https://mon.bg>
(Ministerstvo na obrazovaniето i naukata (2023). *Natsionalna strategia za priobshtavashto obrazovanie*. Sofia: MON. Dostapno na: <https://mon.bg>)
5. Народно събрание на Република България (2019). *Закон за хората с увреждания*. Обн. ДВ, бр. 105 от 18.12.2018 г., изм. и доп. бр. 40 от 16.05.2023 г. Достъпно на: <https://lex.bg/laws/ldoc/2137198849>
(Narodno sabranie na Republika Bgaria (2019). *Zakon za horata s uvrezhdania*. Obn. DV, br. 105 ot 18.12.2018 g., izm. i dop. br. 40 ot 16.05.2023 g. Dostapno na: <https://lex.bg/laws/ldoc/2137198849>)
6. Национално сдружение на слепите в България. (н.д.). *Доклади и анализи*. Достъпно на: <https://ssb-bg.net/>
(Natsionalno sdruzhenie na slepите v Bgaria. (n.d.). *Dokladi i analizi*. Dostapno na: <https://ssb-bg.net/>)
7. Петрова, А. (2021). Универсален дизайн за учене в онлайн среда. В: *Сборник с доклади от международна конференция по специална педагогика* (с. 112–119). София: Нов български университет.
(Petrova, A. (2021). Universalen dizayn za uchene v onlayn sreda. V: *Sbornik s dokladi ot mezhdunarodna konferentsia po spetsialna pedagogika* (s. 112–119). Sofia: Nov bgarski universitet)
8. Център за приобщаващо образование (2022). *Наръчник за учители: Работа с ученици със зрителни увреждания в дигитална среда*. София: ЦПО.

- (Tsentar za priobshtavashto obrazovanie (2022). *Narachnik za uchiteli: Rabota s uchenitsi sas zritelni uvrezhdania v digitalna sreda*. Sofia: TSPO)
9. Център за приобщаващо образование (н.д.). *Ръководства и материали за работа с ученици със зрителни увреждания*. Достъпно на: <https://cie.bg>
(Tsentar za priobshtavashto obrazovanie (n.d.). *Rakovodstva i materiali za rabota s uchenitsi sas zritelni uvrezhdania*. Dostapno na: <https://cie.bg>)
 10. Americans with Disabilities Act (ADA) Standards for Accessible Design (1991), <https://www.ada.gov/law-and-regs/design-standards/1991-design-standards/>
 11. Apple Inc. Launch of App Store and assistive mobile applications. <https://www.apple.com/accessibility/>
 12. Assistive Technology Industry Association (ATIA). What is assistive technology? <https://www.atia.org/home/at-resources/what-is-at/>
 13. Bell Labs; DECTalk. Speech synthesis history (1939, 1983).
 14. Braille Display, Telesensory and Papenmeier, Optacon от Telesensory (1970 – 1980), Exploring the History of Screen Readers, <https://nfb.org/>
 15. Braille Printers, Braille Technologies, Robert H. MacGregor, Braille embossers (1950), IBM, IBM Braille Printer (1970), www.braille.org, <https://www.ibm.com/us-en>
 16. DAISY Standards (Digital Accessible Information System) (1996), <https://daisy.org/about-us/history/>
 17. EN 301 549 (Accessibility Requirements for ICT Products and Services) (2014), <https://www.etsi.org/human-factors-accessibility/en-301-549-v3-the-harmonized-european-standard-for-ict-accessibility>
 18. ETSI. EN 301 549: Accessibility requirements for ICT products and services. <https://www.etsi.org/technologies/accessibility>
 19. European Accessibility Act (EAA) (2019). https://employment-social-affairs.ec.europa.eu/policies-and-activities/social-protection-social-inclusion/persons-disabilities/union-equality-strategy-rights-persons-disabilities-2021-2030/european-accessibility-act_en
 20. Global Accessibility Reporting Initiative, <https://www.gari.info/>
 21. Google ChromeVox, Read Aloud, W3C – Accessibility extensions for web browsers.
 22. Inclusive Design for Emerging Technologies (ISO/IEC 29138) (2018), <https://www.iso.org/standard/71953.html>
 23. Individuals with Disabilities Education Act (IDEA, 2017), Sec. 303.13 (b) (1), <https://sites.ed.gov/idea/regs/c/a/303.13/b/1>
 24. ISO 9241-171 (Ergonomics of Human-System Interaction) (2008), <https://www.iso.org/standard/39080.html>
 25. ISO 14289-1 (PDF/UA) (2012), <https://pdfa.org/resource/iso-14289-pdfua/>
 26. ISO 21542 (Building Accessibility) (2021), <https://www.iso.org/standard/71860.html>
 27. ISO/IEC 29138:2018. Information technology – Accessibility considerations. <https://www.iso.org/standard/71953.html>
 28. Kurzweil, R. (1974). Optical Character Recognition – History and Evolution. Kurzweil Computer Products, 1974.

29. Mobile Applications, Palm, Inc. and Microsoft (1990), Apple, Apple App Store (2008), <https://www.thekurzweillibrary.com/>, https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_character_recognition
30. Mobile & Wireless Forum. Global Accessibility Reporting Initiative. <https://www.mw-fai.org/pages.cfm/accessibility/gari.html>
31. Optical Character Recognition (OCR), Kurzweil, Kurzweil Computer Products (1950), Kurzweil Computer Products introduced the first OCR system capable, IBM with OCR technology (1950), <https://www.thekurzweillibrary.com/>, https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_character_recognition
32. Screen Readers, IBM, IBM Screen Reader (1986), Exploring the History of Screen Readers, https://assistfoundation.eu/about/?utm_source=chatgpt.com, <https://nfb.org/>
33. Smart devices and voice assistants, Amazon, Amazon Echo (2014), Voice assistant Alexa (2014), Apple, Siri with the iPhone 4s (2011), https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_assistant, <https://www.amazon.com/b?node=21576558011>
34. Telesensory & Papenmeier. Development of braille displays (1970–1980).
35. Text-to-Speech software, Bell Labs (1939), DECTalk (Digital Equipment Corporation) (1983), <https://www.bell-labs.com/>, <https://chatgpt.com/c/6787c870-1100-800f-8b4e-f9252161250f#:~:text=History%20of%20TTS-,DECTalk%20History,-Let%20me%20know>
36. UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities (2006), https://lop.parl.ca/sites/PublicWebsite/default/en_CA/ResearchPublications/201309E
37. United Nations. Convention on the Rights of Persons with Disabilities. <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>
38. U.S. Department of Justice. ADA Standards for Accessible Design. <https://www.ada.gov/law-and-regs/design-standards/1991-design-standards/>
39. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 (2024), <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
40. World Health Organization (2023). Blindness and vision impairment, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment#:~:text=Globally%2C%20at%20least%202.2%20billion,are%20refractive%20errors%20and%20cataracts>

Pomoshтни tehnologii i priobshtavashto obrazovanie za hora sas zritelni uvrezhdania

Elena Filipova

Assistive Technologies and Inclusive Education for People with Visual Impairments

Elena Filipova

Abstract: The present research examines the role of assistive technologies in the process of inclusive education for people with visual impairments in the context of digital transformation. Key technological solutions such as screen readers, Braille displays, text-to-speech software, OCR systems, mobile applications and web accessibility tools that have the potential to remove barriers to access to educational resources are analyzed.

The research is based on a comparative analysis of international standards, normative frameworks and good practices, emphasizing the importance of integrating universal design for learning and complying with the guidelines for digital accessibility (WCAG, EN 301 549, EAA, etc.). The results obtained show that the effective use of assistive technologies in combination with appropriate policies and training strategies contributes to the achievement of a higher degree of equality and active social integration of people with visual impairments.

The aim of the present study is to evaluate the role and effectiveness of assistive technologies in the process of inclusive online education for people with visual impairments through a comparative analysis of international standards, regional differences and institutional practices.

Within the research, a comparative analysis of global barriers, institutional differences and regional availability of key assistive technologies has been carried out, allowing a more in-depth assessment of factors affecting digital accessibility.

Key words: assistive technologies, inclusive education, visually impaired, digital accessibility, online learning.

JEL: I21, I24, I28, O33, L86.