



Л. М. Дейнеко, Н. Е. Кунанець

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

ІНКЛЮЗИВНІСТЬ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА ПРОЦЕСУ РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Розглянуто практики інклюзії як один з процесів, що забезпечує рівність можливостей для безпосередніх користувачів ІТ-продукції. Наведено статистику, що вказує на актуальність поточного дослідження. Перераховано ухвалені акти США та країн ЄС, що покликані врегулювати критерії доступності, та вказано на передумови виникнення стандарту WCAG. Проаналізовано останні напрацювання українських фахівців у практиках доступності, що стосуються таких напрямів, як інформаційно-технічний супровід інклюзивного навчання, навчання осіб з розладами аутичного спектра, дослідження впливу мультимедіа у середовищах доповненої та віртуальної реальності, бібліотечне обслуговування та, як наслідок, окреслено доцільність цього дослідження. Визначено основоположні чинники одного з найпоширеніших у світі стандартів – WCAG. Досліджено доступність як складову частину розроблення програмного забезпечення, проаналізовано зв'язки між загальним поняттям та впливом на технічний напрям. Проаналізовано чинники, що перешкоджають успішному впровадженню доступності в ІТ-продукції. Наведено статистику на підставі розробленої системи, де досліджено співвідношення дефектів доступності з іншими типами недоліків та проілюстровано динаміку їх виправлення. Запропоновано концептуальну модель системи, що відповідатиме вимогам доступності та визначено критерії успішного впровадження інклюзії з урахуванням наявних рівнів класифікації WCAG. Окрім викликів та перешкод у практиці доступності ІТ-продукції, також проаналізовано роль інклюзії у сучасному світі. Додатково окреслено передумови та надано рекомендації щодо успішного розвитку доступності в Україні та цифровому секторі загалом. Перераховано позитивні зрушення у застосуванні практик інклюзії за участі міжнародних організацій та партнерів. У цій роботі обґрунтовано необхідність відповідати поточним викликам та запропоновано застосувати рекомендації на практиці і проконтролювати хід розроблення інформаційних систем згідно з сучасними вимогами у практиці вебдоступності, що, водночас, закладає підвалини для подальших досліджень.

Ключові слова: доступність; стандарт WCAG; розроблення; дефект; особа з інвалідністю.

Вступ / Introduction

Роль практики доступності під час розроблення інформаційних систем є важливою та актуальною темою у сучасному суспільстві. Її успішне впровадження забезпечує рівність можливостей для найширшого спектра користувачів. Питання захисту прав людей з інвалідністю як у країнах ЄС, так і в Україні, описані у багатьох законодавчих документах [6, 16, 31, 32]. Проте, незважаючи на кількість та наявність ресурсів, загальний рівень інклюзивності в мережі Інтернет є недостатнім [17, 18, 19, 26], особливо у практиці вебдоступності. Близько 20 % населення США [11] і загалом 1.3 млрд, або ж 16 % населення планети має порушення різного типу. Швидкий розвиток інформаційних технологій значно полегшує вирішення проблем для цього прошарку населення. Проте це потребує додаткового законодавчого регулювання, зокрема на рівні програмного та апаратного забезпечення.

Задля покращення становища, 26 жовтня 2016 р. Європейський парламент та Рада Європейського Союзу

прийняли Директиву ЄС щодо доступності вебсайтів, а 7 червня 2019 р. Європейський Союз офіційно прийняв Європейський акт про доступність. Ця директива спрямована на створення стандартизованого та гармонізованого фреймворку вебсайтів та мобільних додатків у державному секторі [9].

Практика вебдоступності дає змогу людям різними способами отримувати інформацію, використовувати її та взаємодіяти з нею без перешкод [25]. З аналізу на триваючу загарбницьку агресію Росії проти України, на жаль, потреба українців у практиці вебдоступності та додаткових можливостях тільки зростатиме, тому детально розглянуто та проаналізовано це питання й визначено можливі варіанти її покращення.

Доцільно зазначити, що інклюзія нерозривно пов'язана з такими поняттями, як "неповноздатність", "особа з інвалідністю" та "доступність".

Неповноздатністю вважають будь-який стан тіла або розуму, що ускладнює особі з таким станом виконання певних діяльностей та взаємодію з навколишнім світом [8]. Особа з інвалідністю – це людина з постійним по-

Інформація про авторів:

Дейнеко Лев Миколайович, магістр, кафедра інформаційних систем та мереж.

Email: levdeineko@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0000-7203-1883>

Кунанець Наталія Едуардівна, д-р наук із соц. комунікацій, професор, кафедра інформаційних систем та мереж.

Email: nek.lviv@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3007-2462>

Цитування за ДСТУ: Дейнеко Л. М., Кунанець Н. Е. Інклюзивність як невід'ємна складова процесу розроблення інформаційних систем. Науковий вісник НЛТУ України. 2024, т. 34, № 5. С. 129–135.

Citation APA: Deineko, L. M., & Kunanets, N. E. (2024). Inclusiveness as an integral component of the information system development. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(5), 129–135. <https://doi.org/10.36930/40340517>

рушенням функцій тіла, що може призвести до обмежень під час взаємодії з навколишнім середовищем, унаслідок чого держава зобов'язана гарантувати дотримання рівних прав для усіх громадян [8]. Інклюзивний дизайн виступає як процес створення відповідного програмного забезпечення доступним для різного загалу людей та стосується вебсайтів та мобільних застосунків. Доступність є остаточною метою процесу, коли різним особам однаково зручно користуватися готовим продуктом. Також необхідно окреслити поняття "універсального дизайну", що є більш широкою концепцією у сфері архітектури. Воно показує, наскільки комфортним є середовище для людей з різними фізичними та психічними розладами [13].

Вартує наголосити, що доступність зазвичай асоціюється з вадами зору, але перелік аспектів, що потребують додаткової уваги під час роботи над універсальним дизайном, є більшим. Для його реалізації необхідно класифікувати потенційних користувачів та визначити потреби кожної з груп. Низка порушень, які варто враховувати під час роботи над інклюзивними додатками, містять сенсорні порушення, розлади опорно-рухової системи та порушення когнітивних функцій (порушення пам'яті, розпізнавання, мовлення та уваги).

На підставі різних джерел у інклюзивному процесі можна виокремити декілька найпопулярніших стандартів, що діють в різних кутках світу і, з позиції безпосереднього користувача, певною мірою доповнюють один одного. Серед таких стандартів є ADA (англ. *Americans with Disabilities Act*), ухвалений у 1990 р. Цей акт забороняє дискримінацію проти людей з інвалідністю у кількох сферах, в т.ч. й працевлаштування, транспортування, громадський сектор, програми державних і місцевих органів влади. Іншим стандартом на законодавчому рівні є "Section 508", що доповнює "Закон про реабілітацію" 1973 р. [28]. Ця норма регулює будь-які федеральні агентства забезпечення практики доступності.

Зазначені норми стосуються США, саме тому Ініціативна група вебдоступності WAI (англ. *Web Accessibility Initiative*) у складі всесвітнього вебконсорціуму W3C (англ. *World Wide Web Consortium*) розробила Стандарти доступності вебвмісту WCAG (англ. *Web Content Accessibility Guidelines*). WCAG 2.1 вважається найновішою версією документа, що вперше була опублікована 5 червня 2018 р. та востаннє зазнала правок 21 вересня 2023 р. [35]. Цей стандарт містить універсальні настанови та має рекомендаційний характер, але попри це значна кількість країн посиляється на ці норми, ухвалюючи їх на законодавчому рівні, як от акт "EN 301 549", затверджений на рівні ЄС [33].

WCAG містить список інструкцій для розробників, що пов'язаний з різними елементами вебсторінок, такими як кольори, таблиці, вміст, навігація тощо. Ці інструкції регулюють додавання опису до зображень на сайтах, структурування інформації та ін. Увесь цей перелік поділено на три рівні: А, АА, ААА, де А – базовий та найлегший, а ААА – найскладніший.

Об'єкт дослідження – застосування інклюзії в процесі розроблення інформаційних систем.

Предмет дослідження – теоретичні особливості, виклики та стандарти впровадження доступності під час імплементації програмних продуктів, що дасть змогу удосконалити процес формування плану та реалізації ІТ-проєкту.

Мета роботи – проаналізувати особливості використання стандартів вебдоступності протягом життєвого циклу розроблення програмного забезпечення задля покращення користувацького досвіду та обґрунтувати доцільність їх застосування під час роботи над вимогами до ІТ-продукції.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

1. Проаналізувати останні публікації за темами, що релевантні цьому дослідженню, такими як "Інформаційні та комунікаційні технології інклюзивного навчання в Україні", "Інформаційно-технологічний супровід інклюзивного навчання в Україні", "Розроблення програми перетворення мовлення в текст для людей з вадами слуху" тощо;
2. Дослідити основоположні чинники стандарту доступності, котрі впливають на процес розроблення програмного забезпечення, що дасть змогу інтерпретувати технічні вимоги за допомогою зрозумілих прикладів;
3. Дослідити метрики, отримані під час розроблення інформаційної системи, задля виявлення ключових викликів, що перешкоджають успішному впровадженню стандартів доступності;
4. Розробити концептуальну модель системи, що відповідатиме вимогам інклюзії та окреслити критерії, що сприятимуть успішному впровадженню доступності ІТ-продукції і запропонувати оптимальний сценарій виконання робіт;
5. Оцінити результати дослідження та обґрунтувати роль інклюзії у сучасному світі, що забезпечить формування чинників, які сприятимуть популяризації та покращенню стану практики вебдоступності у поточних реаліях та викликах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Поняття інклюзії є доволі обширним. Аналітичний аналіз праць українських фахівців засвідчує, що робота у цій галузі постійно та активно триває. Нещодавно досліджено чинники впливу на поширеність ІТ-супроводу інклюзивного навчання та класифіковано реалізовані засоби з подальшою оцінкою стану вітчизняного забезпечення у роботі В. Пасічника і Т. Шестакевич [23], що дало змогу виявити потенційні покращення розроблених рішень крізь призму національних особливостей та закордонних інформаційних технологій. У наступному дослідженні В. Пасічника, Т. Шестакевич та Н. Кунанець [29] окреслено передумови початку інклюзивного навчання в Україні та змодельовано процес інформаційно-технічного супроводу інклюзивного навчання, що дає змогу враховувати вплив кожного етапу на загальний ефект впровадження системи. Дорадчу систему формування ІТ-комплексів навчання осіб з розладами аутичного спектра розроблено у праці В. Андруника, А. Демчука та Т. Шестакевич [2], що дає змогу вдосконалити та автоматизувати процес створення інформаційно-технологічних комплексів у галузі навчання. Вплив використання мультимедіа у середовищі доповненої та віртуальної реальності досліджено у праці В. Андруника, В. Пасічника та Н. Кунанець [3], а також запропоновано низку характеристик для детальної оцінки мультимедійних технологій в освіті. Також у сфері навчання запропоновано концепт розроблення та оцінки віртуального помічника і проведено аналіз взаємодії з учнем [1]. У сфері систем голосового введення команд чи даних проаналізовано наявні рішення, їх недоліки та переваги, а також розроблено прототип альтернативного продукту з подальшою ілюстрацією

його роботи та властивостей [14]. У галузі бібліотечно-го обслуговування сформульовано принципи обслуговування людей з особливими потребами та розроблено алгоритм і структурну схему процесу створення відеоконтенту для незрячих [15].

На підставі проведеного аналізу можна дійти висновку, що сучасні праці фахівців покривають широкий спектр галузей, що потребують певного рівня інклюзії. Однак, все ще існує потреба докладного вивчення технічного аспекту імплементації доступних систем, труднощів та викликів, що виникають під час розроблення, оскільки практика вебдоступності, як і будь-які інші бізнес-вимоги, потребує якісного супроводу та контролю протягом усієї тривалості реалізації ІТ-проєкту.

Матеріали та методи дослідження. Під час досліджень проблематики цієї теми здійснено аналіз наявних стандартів у практиках доступності. Проаналізовано поширені вимоги користувачів з інвалідністю на підставі різних типів обмежень (візуальних, слухових та когнітивних особливостей). Задля отримання нових наукових результатів зібрано якісні показники розробленої інформаційної системи та оцінено рівень доступності програмного рішення. Під час аналізу помилок окреслено особливості пріоритезації вимог від зацікавлених сторін, а також ризиків та наслідків відповідних рішень. У такий спосіб враховано не тільки рекомендації міжнародних організацій, а й практичний досвід ІТ-компаній, що впроваджують інформаційні системи.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Основоположні чинники WCAG. В основу стандарту доступності вебвмісту закладено чотири чинники, що розділяють всі норми на окремі групи. Вплив кожного з них на процес розроблення програмного забезпечення докладно досліджено на практиці.

Рівень "сприйняття" наголошує на тому, що будь-яка інформація чи функціональність не можуть бути приховані чи недоступні для безпосереднього користувача. Тобто, якщо неможливо щось побачити – необхідно знайти спосіб це почути (звуковий опис) або відчутти (наприклад, за допомогою дисплею Брайля). Якщо вміст не можна почути, то його необхідно побачити або відчутти і т.ін., тобто мова йде про альтернативний спосіб подання інформації. Іншим прикладом регулювання "сприйняття" слугує практика дотримання певного рівня контрасту, як от відмова від поєднання яскравих кольорів. Вміст повинен бути таким, щоб його можна було легко знайти, побачити, почути чи відчутти.

Рівень "функціонування" регулює вміст, що повинен бути придатним до використання незалежно від того, як до нього достається користувач. Іншими словами, система повинна працювати однаково добре під час використання комп'ютерної миші, клавіатури, сенсорного екрану, джойстику чи будь-якого іншого пристрою введення. Також не допускаються занадто миготливі анімації та автоматичні дії – система повинна дати користувачу достатньо часу для взаємодії, навіть якщо це певним чином уповільнює загальний процес роботи. З досвіду застосування такого підходу під час дизайну системи доведено, що кількість "клавіатурних пасток" (місць, де можна перейти вперед, але неможливо повернутися назад) значно зменшилася.

Наступним щаблем є "доступність", де вміст та система загалом не повинні бути занадто технічними та складними – у протилежному випадку користувачі не завжди досягнуть поставленої мети чи не використають вебсайт за призначенням взагалі. Відповідно, термінологія повинна бути чіткою, інструкції та форми введення – достатньо простими, а назви об'єктів та елементів повинні бути узгоджені та уніфіковані. Це ж правило повинне зберігатися і під час підготовки системи для додатків читання з екрану, щоб справжня назва та призначення збігалися з прочитаними.

Заключним чинником є "надійність". Розроблена система повинна бути готовою до використання з різними допоміжними технологіями та утримувати цю планку навіть з подальшим розвитком таких технологій. До прикладу, відео повинно успішно програватися незалежно від конкретного типу переглядача, чи пристрою. На жаль, значна частина вебсайтів просто не адаптовані для смартфонів.

Аналіз обмежень в імплементації практики веб-доступності. Перед розробниками ІТ-продукції постають певні перешкоди, коли йдеться про питання впровадження практики доступності. Під час дослідження виявлено низку обмежень, які варто розглянути та проаналізувати детальніше задля того, щоб упевнитися, що безпосередні користувачі програмних продуктів справді отримають належний рівень інклюзії.

Першим з таких недоліків є обмежений досвід у застосуванні практик доступності. Розробники повинні мати ґрунтовні знання у цій галузі, оскільки саме вони відіграють ключову роль. Проте, багато з них не мають належних навичок [30]. Проаналізовано, що у більшості випадків це пов'язано з підґрунтям їх кваліфікації щодо веброзроблення [26]. У зв'язку з тим, що не всі розробники причетні до галузі комп'ютерних наук чи дотичних галузей, можна впевнено стверджувати, що навіть ті, хто самостійно опановує дану галузь, мають доволі обмежений ресурс у практиках доступності під час навчання. Онлайн курси з веброзроблення вкрай рідко містять тему критеріїв доступності у своїх програмах [10]. Далі проілюстровано результати імплементації інформаційної системи, що відбувалася з червня 2023 р. до квітня 2024 (рис. 1,а).

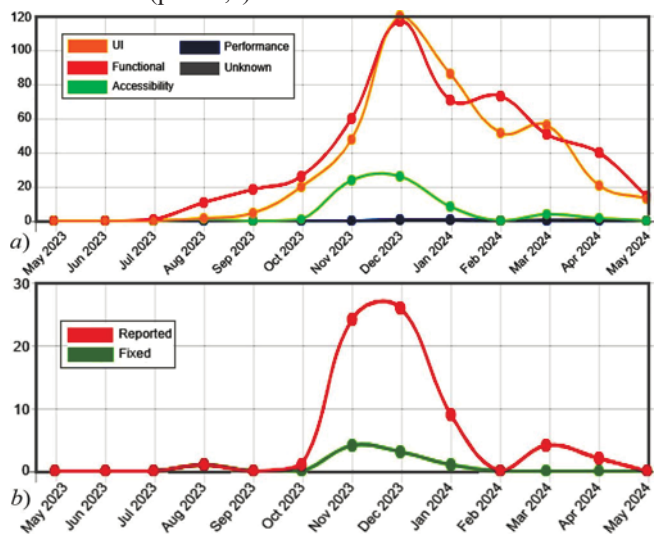


Рис. 1. Співвідношення дефектів доступності з іншими типами недоліків / Correlation of accessibility defects with other issue types (a); динаміка виявлення та виправлення дефектів доступності / Accessibility defects detection and correction dynamics (b)

У цьому випадку варто враховувати, що класифікація не відповідає стандартам тестування повною мірою – ця діаграма орієнтована на нетехнічних членів команди, а, відповідно, вона дещо спрощена. Така статистика була зібрана протягом усієї тривалості розроблення системи та представлена у середовищі Jira за допомогою "JavaScript Charts". Зазначений вище рисунок доводить той факт, що за умови відсутності необхідного досвіду під час розроблення, кількість дефектів тільки зростає. Тобто, водночас із загальним збільшенням кількості дефектів, збільшується і кількість недоліків у інклюзивному середовищі, що у деяких моментах становить близько 20 % від загального обсягу.

Наступним складником є технологічні обмеження. У процесі дослідження проаналізовано багато інструментів для перевірки та тестування доступності [34]. У цей перелік входять додатки для переглядача, спеціалізовані вебсайти та професійні інструменти аудиту. Необхідно зазначити, що застосунки зазвичай мають короткий або обмежений термін служби і, як наслідок, це потребує частих змін та підтримки, що, водночас, збільшує витрати та знижує ефективність [24]. Певної популярності набули автоматизовані інструменти, які також часто використовують та визначають рівень відповідності вимогам. На жаль, такі засоби не завжди точні на всі 100 %, тому іноді вони можуть давати неповні та неоднозначні результати [24]. Саме тому важливо завжди робити окрему перевірку за допомогою ручного тестування [17, 22, 24], враховуючи той факт, що це потребуватиме додаткового часу та ґрунтовного розуміння галузі.

Іншим обмеженням було визначено брак часу та коштів, з якими команда стикається найчастіше. Впровадження практики вебдоступності може бути доволі тривалим процесом. Оскільки графік виконання робіт зазвичай стислий, команда зосереджується насамперед над критично важливим набором функцій і тому доступність відходить на другорядний план [17]. Це може призвести до того, що значні недоліки не помітять чи не виправлять і, відповідно, це жодним чином не покращить користувацький досвід загалом (рис. 1,b).

У цій ситуації на графіку продемонстровано виявлення та виправлення дефектів у динаміці. Якщо рис. 1,a висвітлював загальну ситуацію у інформаційній системі, то у цьому випадку можна переконатися, що переважна більшість проблем залишилася без належної уваги. Іншими словами – під час розроблення системи основну увагу було надано функціональним вимогам, відповідно для повноцінного впровадження доступності забракло часу та коштів.

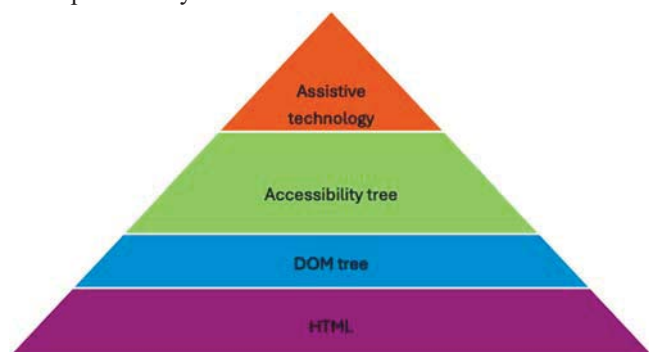


Рис. 2. Концептуальна модель системи, що відповідатиме вимогам доступності / Conceptual model of the system that will meet the accessibility requirements

Піраміда на рис. 2 демонструє концептуальну модель системи, що відповідатиме стандартам доступності. Тобто, окрім базових рівнів "HTML" (англ. *Hypertext Markup Language*) та "DOM-дерева" (англ. *Document Object Model*), що присутні у більшості систем, необхідно розробити "дерево доступності", що буде доповнено допоміжними технологіями. З погляду архітектури, дерево доступності базуватиметься на DOM-дереві, але матиме видозмінену структуру з урахуванням вимог інклюзивності до ІТ-продукції.

Враховуючи усе зазначене, можна стверджувати, що впровадження доступності є доволі складним завданням, яке можна виконати тільки за умови, якщо між собою успішно поєднуються наступні чинники: наявність необхідного ресурсу, технічна можливість імплементації та інтереси безпосередніх користувачів (рис. 3), за умови врахування рівнів доступності (A, AA, AAA).

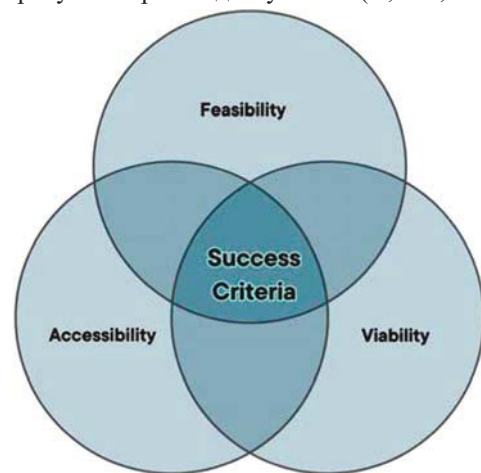


Рис. 3. Критерії успішного впровадження доступності / Successful accessibility implementation criteria

Це дослідження дає змогу візуалізувати найбільш оптимальний перебіг подій під час імплементації інформаційної системи (рис. 4), що гарантуватиме належне затвердження спектра робіт та їх вчасне виконання.

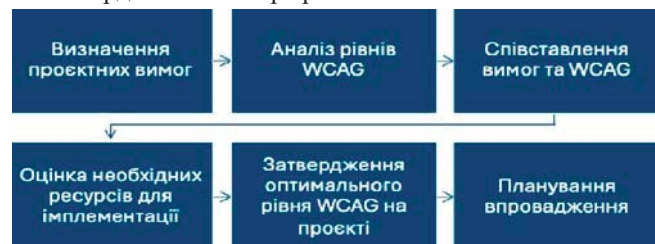


Рис. 4. Оптимальний сценарій початку розроблення інформаційної системи з урахуванням доступності / Optimal scenario for starting the information system development considering accessibility

На етапі співставлення вимог та WCAG необхідно попередньо визначити рівень, якому повинна відповідати система, оскільки не завжди найвищий рівень виявиться найкращим з урахуванням специфіки системи та доступного ресурсу. Тільки після повноцінного затвердження на рівні загальної стратегії проєкту можна переходити до планування подальших робіт імплементації.

Роль інклюзії у сучасному світі. Безсумнівно, російська агресія та вторгнення в Україну спричинили наймасштабнішу гуманітарну кризу у новітній історії Європи. Це призвело до катастрофічних наслідків для населення, що можна узагальнити так: в Україні через

війну значно зросла кількість людей з інвалідністю. За даними Управління Верховного комісара ООН із прав людини (УВКПЛ), понад 14600 українських мирних жителів отримали важкі поранення, а десятки тисяч українських захисників отримали поранення різного ступеню важкості у боях [7].

Вкрай важливо, щоб повоєнна Україна активно розвивала інклюзивну, прогресивну цифрову економіку з принципом рівних можливостей для усіх. Це потребуватиме значних зусиль та потребуватиме тісної співпраці між громадянським суспільством, міжнародними організаціями та державними установами. У цьому випадку впровадження доступності міститиме три передумови:

- **розширення технологічного сектору та покращення співпраці:** доцільно створити таке бізнес середовище, що сприятиме збільшенню інвестицій в ІТ-галузь та популяризуватиме просування освітніх можливостей та працевлаштування осіб з інвалідністю. Наприклад, можна запровадити додаткові переваги та податкові пільги для компаній, що активно беруть участь у залученні в роботу ветеранів та цивільних з інвалідністю;
- **впровадження та покращення практик вебдоступності:** варто розпочати з державного сектору та поступово залучати приватний, збільшуючи загальний відсоток впровадження доступності та інтегруючи функції для покращення користувацького досвіду осіб з вадами слуху та зору. Водночас важливо взяти до уваги вже наявні напрацювання дослідників та проаналізувати можливість їх впровадження. Прикладами таких напрацювань можуть слугувати вже згадані роботи В. Андруника, Т. Шестакевич [1, 2, 3] та ін.;
- **цифрова освіта:** необхідно покращити та продовжувати активно розвивати навички з професійно-технічним напрямом для ветеранів та цивільних осіб з інвалідністю. Це підвищить їх шанси на успішне працевлаштування [7];

З позитивних зрушень варто наголосити на тому, що згідно з Програмою розвитку ООН (UNDP), на базі Центру комплексної реабілітації "Поділля" створено дві спеціалізовані ініціативи для підвищення самостійності та якості життя людей з порушеннями зору [12]. А для покращення цифрової грамотності, за підтримки UNDP (англ. *United Nations Development Programme*), урядів Німеччини та Республіки Корея створено "Школу цифрових навичок".

Отже, критично важливо, щоб усі зацікавлені сторони справді відігравали свою роль у формуванні принципів та підходів, де Україна залишатиметься країною, у якій кожен отримає належну увагу та якість наданих послуг. Тільки у такому випадку вдасться забезпечити відновлення та активне залучення і повернення громадян до комфортного, безбар'єрного життя.

Обговорення результатів дослідження. Різні дослідники зазначають [21, 4], що програмні рішення стають складнішими, а доступність дедалі більше впливає на загальну якість розробленого продукту. Проблему впровадження стандартів інклюзії у інформаційних системах висвітлено у низках наукових праць та досліджень, зокрема у публікації автор вивчає явище соціальної інтеграції в епоху цифрових технологій. Запропонований фреймворк цифрової доступності дещо перегукується з розробленим концептом інформаційної системи (рис. 2), що дає змогу зробити висновок, що згаданий концепт докладніше розглядає поєднання вимог доступності та технічного аспекту впровадження ІТ-продукції.

У роботі [5] окреслено техніки та метрики для оцінювання впровадження практик вебдоступності. Дослідники виокремлюють автоматизацію як інструмент зменшення витрат для впровадження вимог інклюзії. Водночас, метрики, які наведено у цьому дослідженні, орієнтовані на загальну якість продукту та успішність виправлення дефектів, а автоматизацію розглядають виключно як допоміжний інструмент у проведенні аудиту.

Автори роботи [4] підсумовують, що практика доступності недостатньо інтегрована у більшість ІТ-проектів, а практичне застосування такого підходу потребує значних навичок та знань. Брак часу, коштів та підтримки з боку компаній названо ключовими організаційними чинниками, що перешкоджають успішному впровадженню практик доступності. З аналізу на практичне застосування класифіковано ризики, а також запропоновано рекомендації щодо їх вирішення.

Виокремлено етап тестування програмного забезпечення як основоположний чинник контролю над дотриманням вимог доступності [4, 27]. Функціональні та нефункціональні вимоги названо ключовими категоріями, що потребують уваги, оскільки регулярне отримання зворотного зв'язку від безпосередніх користувачів є значним викликом, а такий чинник у цьому дослідженні не розглянуто.

Це дослідження не підлягає повному прямому порівнянню з попередніми роботами, оскільки такі чинники як практичне застосування, специфіка середовища та поточні реалії є зовсім іншими. Потреба полягає не просто у формулюванні рекомендацій та сфер вжитку, а в окресленні проблематики під час фактичного впровадження під час розроблення інформаційної системи, що, переважно, має систематичний характер. Подальше вивчення цієї теми дасть змогу актуалізувати вже наявні напрацювання [24], деталізувати поточні виклики та запропонувати додаткові способи вирішення.

За умови наявності релевантних даних можливо вчасно скоригувати перебіг подій на різних етапах управління ІТ-проектом та наголосити на важливості інклюзії у контексті впровадження програмних рішень.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – розроблено концептуальну модель системи, яка відповідатиме вимогам практики вебдоступності, що отримала подальший розвиток у вигляді оптимального сценарію розроблення програмних рішень внаслідок дослідження практичного застосування стандартів інклюзії щодо виготовлення ІТ-продукції та життєвого циклу програмного забезпечення.

Практична значущість результатів дослідження – структурований перелік критеріїв успішного впровадження практик вебдоступності, оптимальний сценарій розроблення інформаційної системи з вимогами інклюзії та результати досліджених метрик можна буде використовувати як для розроблення нових інформаційних систем, що потребують покращення користувацького інтерфейсу, так і для контролю перебігу робіт над вже наявними ІТ-продуктами. Застосування результатів цього дослідження також дасть змогу покращити етап планування у сфері управління ІТ-проектами.

Висновки / Conclusions

Проаналізовано особливості використання стандартів доступності протягом життєвого циклу розроблення програмного забезпечення, що дає змогу покращити користувацький досвід його використання та обґрунтувати доцільність їх застосування під час роботи над вимогами до ІТ-продукції. За результатами проведеного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. Проведений аналіз поточного стану інклюзії засвідчує той факт, що урахування практик доступності є невід'ємним етапом розроблення інформаційних систем, роль якого зростає у сучасному українському суспільстві.
2. Проаналізовано недоліки в процесі впровадження інформаційної системи з критерієм доступності та надано оцінку відповідності вимогам. Дослідження викликів під час імплементації системи доводить, що це питання не завжди є пріоритетним і потребує постійної уваги та аргументації. Запропоновано оптимальний хід старту розроблення ПЗ для належного виконання робіт з урахуванням практик доступності. Дослідження основоположних чинників доступності вебвмісту та рівнів впровадження, доводить, що необхідно планувати підвищення кваліфікації ІТ-фахівців та, враховуючи наявні обмеження і складнощі, популяризувати практики доступності на рівні державного та приватного секторів.
3. Практика вебдоступності покликана спростити і покращити життя громадян, саме тому варто переосмислювати життєвий цикл розроблення програмного забезпечення та відповідати викликам часу.

Напрямом подальших досліджень є практичне застосування здобутих результатів та вивчення їх впливу на хід розроблення інклюзивної інформаційної системи. Значною перевагою буде активне залучення до такого проекту осіб з особливими потребами, що відповідатиме тезам цієї роботи та позитивно вплине на подальші дослідження.

References

1. Andrunyk, V., & Shestakevych, T. (2021). Information Technology Support of education of students with autism: Aspects of virtual assistant modelling. *Bulletin of Lviv Polytechnic National University: Information Systems and Networks*, 9(10), 122–130. <https://doi.org/10.23939/sisn2021.09.122>
2. Andrunyk, V., Demchuk, A., & Shestakevych, T. (2019). Advisory System for the Formation of IT Educational Complexes for Students with Autism. *Proceedings of the Intellectual Systems for Decision Making and Problems of Computational Intelligence*, 3–4. URL: https://kntu.net.ua/index.php/eng/content/download/63196/374220/file/ISDMCI_%D0%86%D0%9A%D0%A22019.pdf
3. Andrunyk, V., Pasichnyk, V., Kunanets, N., & Shestakevych, T. (2019). Multimedia Educational Technologies for Teaching Students with Autism. *Proceedings of the CEUR Workshop*, 237–248. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2533/paper22.pdf>
4. Bi, T., Xia, X., Lo, D., Grundy, J., Zimmermann, T., & Ford, D. (2022). Accessibility in software practice: A practitioner's perspective. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 31(4), 1–26. <https://doi.org/10.1145/3503508>
5. Bostic, T., Stanley, J., Higgins, J., Chudnov, D., Bradley Montgomery, R. L., & Brunelle, J. F. (2019). Exploring the intersections of web science and accessibility. *Human Systems Engineering and Design II*, 483–488. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27928-8_73
6. Convention of the Rights of Persons with Disabilities. (2023). *Verkhovna Rada of Ukraine*. Retrieved from. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_g71#Text
7. Digital Inclusion and Accessibility in Ukraine: Leaving None Behind. (2023). *Promoteukraine*. URL: <https://www.promoteukraine.org/digital-inclusion-and-accessibility-in-ukraine-leaving-none-behind/>
8. Disability and Health Overview. (2024). *Centers for Disease Control and Prevention*. URL: <https://www.cdc.gov/ncbddd/disabilityandhealth/disability.html>
9. EU Web Accessibility Compliance and Legislation. (2020). *Deque*. URL: <https://www.deque.com/blog/eu-web-accessibility-compliance-and-legislation>
10. Gellenbeck, E. (2022). Integrating accessibility into the computer science curriculum. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 21(1), 267–273. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1088791.1088837>
11. Global Report on Health Equity for Persons with Disabilities. (2022). *World Health Organization*. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/364834/9789240063600-eng.pdf>
12. In Ukraine, Visual Disabilities Rise Sharply in Wake of War. (2023). *UNDP*. URL: <https://www.undp.org/ukraine/news/ukraine-visual-disabilities-rise-sharply-wake-war-undp-initiative-supports-ukrainians-overcome-challenges-associated-loss-sight>
13. Inclusive Design: Arguments, Practice, Testing and Implementing. (2019). *Telegraf*. URL: <https://telegraf.design/inklyuzyvnydyzajn-argumenty-praktyky-testuvannya-ta-vtilennya/>
14. Koshtura, D., Andrunyk, V., & Shestakevych, T. (2021). Development of a Speech-to-Text Program for People with Haring Impairments. *CEUR Workshop Proceedings*, 2917, 565–583. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2917/paper38.pdf>
15. Kut, V., Pasichnyk, V., Kunanets, N., Demchuk, A., Malynovskiy, O., & Rzhenskyi, A. (2014). Inclusive library service for users with special needs and formation of multimedia library collections based on nosology. *Bulletin of Ternopil National Technical University*, 75, 188–201. URL: <https://elar.tntu.edu.ua/handle/123456789/5386>
16. Law of Ukraine 'On Fundamentals of Social Security of Disabled in Ukraine'. (2024). *Verkhovna Rada of Ukraine*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/875-12#Text>
17. Lazar, J., Beere, P., Greenidge, K., & Nagappa, Y. (2003). Web accessibility in the mid-atlantic united states: A study of 50 homepages. *Universal Access in the Information Society*, 2(4), 331–341. <https://doi.org/10.1007/s10209-003-0060-z>
18. Loiacono, E., Romano, C., & McCoy, S. (2009). The State of Corporate Website Accessibility. *Communications of the ACM*, 52(9), 128–132. <https://doi.org/10.1145/1562164.1562197>
19. Lorca, P., Andrés, J., & Martínez, A. (2017). The relationship between web content and web accessibility at universities. *Social Science Computer Review*, 36(3), 311–330. <https://doi.org/10.1177/0894439317710435>
20. Nearly 1 in 5 People Have a Disability in the U.S. (2018). *U.S. Census Bureau*. URL: <https://www.census.gov/newsroom/releases/archives/miscellaneous/cb12-134.html>
21. Nguyen, A. (2020). Digital Inclusion. *Handbook of Social Inclusion*, 1–15. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48277-0_14-1
22. Park, E., Han, S., Bae, H., Kim, R., Lee, S., Lim, D., & Lim, H. (2019). Development of Automatic Evaluation Tool for Mobile Accessibility for Android Application. *International Conference on Systems of Collaboration Big Data, Internet of Things & Security (SysCoBioTS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SysCoBioTS48768.2019.9028034>
23. Pasichnyk, V., & Shestakevych, T. (2017). Information and Communication Technologies of Inclusive Education in Ukraine. *Proceedings of the 9th Scientific-Practical Conference*, 171–176. URL: <https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/39757>
24. Patel, R., Breton, P., Baker, C., El-Glaly, Y., & Shinohara, K. (2020). Why software is not accessible: Technology Professionals' Perspectives and challenges. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–9. <https://doi.org/10.1145/3334480.3383103>
25. Petrie, H., Savva, A., & Power, C. (2015). Towards a unified definition of web accessibility. *Proceedings of the 12th International Web for All Conference*, 35, 1–13. <https://doi.org/10.1145/2745555.2746653>

26. Pillai, A., Shinohara, K., & Tigwell, G. (2022). Website builders still contribute to inaccessible web design. *Proceedings of the 24th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 71, 1–4. <https://doi.org/10.1145/3517428.3550368>
27. Sánchez-Gordón, M.-L., & Moreno, L. (2014). Toward an integration of web accessibility into testing processes. *Procedia Computer Science*, 27, 281–291. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.031>
28. Section 508 of the Rehabilitation Act of 1973. (2024). *Section508*. URL: <https://www.section508.gov/manage/laws-and-policies/>
29. Shestakevych, T., Pasichnyk, V., & Kunanets, N. (2017). Information technology of inclusive education support in Ukraine. *Artificial Intelligence*, 2, 26–36. <https://doi.org/10.15407/jai>
30. Trewin, S., Cragun, B., Swart, C., Brezin, J., & Richards, J. (2010). Accessibility challenges and tool features. *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/1805986.1806029>
31. Union of Equality: Strategy for the Rights of Persons with Disabilities 2021–2030. (2021). *European Commission*. URL: <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1484&langId=en>
32. United Nations Convention on the Rights of Persons with Disabilities. (2011). *European Commission*. URL: <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1138&langId=en>
33. Web Accessibility Directive – Standards and Harmonisation. (2023). *European Commission – Shaping Europe's Digital Future*. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/web-accessibility-directive-standards-and-harmonisation>
34. Web Accessibility Evaluation Tools List. (2024). *Web Accessibility Initiative (WAI)*. URL: <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>
35. Web Content Accessibility Guidelines 2.1 Publication History. (2023). *W3C*. URL: <https://www.w3.org/standards/history/WCAG21/>

L. M. Deineko, N. E. Kunanets

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

INCLUSIVENESS AS AN INTEGRAL COMPONENT OF THE INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT

The work highlights the increasing significance of accessibility in modern society through the prism of information systems. As a result of the rapid surge in digitalization, a variety of accessibility aspects within different fields have been analyzed. The different population segments needs for inclusiveness are taken as a key factor that leads to further research. The introduction part of this study outlines the prerequisites for the research and defines such components as the object of research, the subject of the study, and the overall purpose of the paper. WHO statistics are considered as a factor that affirms the relevance of the study. This article analyzes the latest developments by Ukrainian experts in the field of accessibility, related to such areas as technical support of inclusive education, analysis of the multimedia impact in augmented and virtual realities, and as a result, the feasibility of this study is outlined. The existing standards in the field of inclusion are outlined, including WCAG, which is one of the most widespread standards in the world, and therefore, is considered along with its fundamental factors. Accessibility is studied as a component of software development, examining the connections between the general concept and the influence on the technical direction. Statistics based on the developed system are provided, illustrating the correlation between accessibility defects and other types of defects, as well as the dynamics of their correction. A conceptual model of the system that meets accessibility requirements is proposed, and the criteria for the successful implementation of inclusion are defined. The article outlines challenges and obstacles in the field of IT product accessibility and emphasizes the role of inclusion in the modern world. The work lists the prerequisites for the successful development of accessibility in Ukraine and the digital sector in general. This paper enables applying the proposed recommendations in practice and monitoring of the progress of system implementation following modern requirements in the field of accessibility. The research result section reveals the key findings of the research paper and outlines related studies conducted recently which makes it possible to compare scientific works to discover scientific novelty and practical significance of research results.

Keywords: accessibility; WCAG standard; implementation; defect; a person with a disability.