

Ботвіновська Світлана Іванівна

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки,
<https://orcid.org/0000-0002-1832-1342>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Щеглов Сергій Петрович

Доцент кафедри дизайну,
<https://orcid.org/0000-0002-3315-4407>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ПРОЄКТУВАННЯ СОЦІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З АСПЕКТОМ СТВОРЕННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ДЛЯ МАЛОМОБІЛЬНИХ ЛЮДЕЙ

***Анотація.** У роботі представлено дослідження, які присвячені проблемі створення умов для інтеграції в робочі процеси людей з інвалідністю на кріслах-колясках за допомогою соціотехнічних систем (STS). Серед типів STS, зокрема, можна виокремити асистивні технології, технології інклюзивної освіти, технології зв'язку та впровадження принципів доступного середовища. У випадку, коли проєктний простір ще на концептуальній стадії, вже на цьому етапі будуть розглядатися переваги втілення соціально-технічних систем в пропонованих дослідженнях. Якщо моделюється інклюзивний простір, а саме це буде предметом дослідження, то наведемо фактори, які впливають найбільше на вибір того або іншого рішення. В роботі показано ієрархічні зв'язки різних соціотехнічних систем та технологій. Зрозуміло, що в будь-якому випадку задача зводиться до пошуку основних параметрів (аспектів?) інклюзивного середовища, яке буде найбільш пристосоване до робочих процесів, у які можуть бути залучені маломобільні люди. Одним із факторів для рішення розглянуто взаємодію людини із цифровими технологіями (digital technologies (DT)), які можуть стерти фізичні межі системи. Цей напрям дослідження набуває особливої ваги з огляду на зростання їх ролі в сучасних робочих середовищах, оскільки інтеграція принципів DT у проєктуванні STS може суттєво покращити доступність робочих місць для людей з порушеннями опорно-рухового апарату. Цьому також будуть сприяти розробки інклюзивних інтерфейсів, які враховують когнітивні і фізичні особливості користувачів з інвалідністю. Створення альтернативних методів керування і доступу до інформації стане головною метою для розробників адаптивних технологій (adaptive technologies (AT)) найближче десятиліття. У представленій роботі розглядається майбутній вектор розвитку STS, який може виникати при впровадженні технологій штучного інтелекту (AI) та віртуальної реальності (VR).*

***Ключові слова:** соціотехнічні системи; комунікаційні технології; комп'ютерне моделювання; інтеграція людей з обмеженими опорно-руховими функціями; асистивні технології*

Постановка проблеми

Соціотехнічні системи (Sociotechnical systems (STS)) – науковий підхід до взаємодії між людиною і техніко-технологічними чинниками праці, які складаються з апаратного забезпечення, програмного забезпечення, технологій, персональних аспектів та аспектів спільноти. Основою STS є загальна теорія систем, в якій жодна дисципліна не має монополії на науку [5].

Технічний та технологічний прогрес зробив можливим створення високоінтегрованих виробничих систем з промисловим та комерційним застосуванням штучного інтелекту і віртуальної

реальності. Це обумовило незалежність від зосередженості ділової активності в одному місці, а саме звільнило від необхідності перебування в офісному просторі, оскільки ринки змогли використовувати інформаційні та комунікаційні технології для дистанційної роботи. Цей феномен «розумної» роботи вказує на початок четвертої промислової революції (Індустрія 4.0), під час якої «розумні» виробництва можуть використовувати дистанційно робототехніку для досягнення високої продуктивності. Вчені ергономісти припускають швидкий прогрес у напрямі Індустрії 5.0, в якій технологічні та соціальні системи запрацюють як масове явище персоналізованих налаштувань

у серійних виробництвах, щоб забезпечити безперервний потік товарів і послуг.

Інклюзивність та рівноправний доступ до можливостей для всіх членів суспільства – це невід’ємні принципи сучасного світу. На жаль, люди з інвалідністю у кріслах-колясках стикаються з численними бар’єрами, що обмежують їхню участь у житті та реалізацію потенціалу. За даними Всесвітньої організації охорони здоров’я, близько 75 мільйонів людей з інвалідністю користуються кріслами-колясками [6]. Це значний резерв потенційних співробітників з різними навичками та досвідом. Впровадження STS може стати ефективним інструментом для подолання цих бар’єрів і покращення якості життя для них. Тому є сенс розглянути підходи розумних систем для аналізу та вирішення інтеграції людей з обмеженими опорно-руховими функціями у виробничі процеси.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження *McKinseyGlobalInstitute* свідчать, що до 2025 р. інклюзія людей з інвалідністю могла б додати близько 6,2 трільйона доларів до світового ВВП[10]. Тому проєктування соціотехнічних систем з кожним роком стає все більш актуальною темою. У сучасному світі все більша увага приділяється інклюзивності та рівноправному доступу до можливостей для всіх людей, незалежно від їхніх фізичних особливостей. Це, певним чином, стосується сфери працевлаштування, де важливо створювати робочі місця, доступні для маломобільних людей. Цьому сприяє перетворення існуючої системи організації праці на адаптовану.

Адаптований системний погляд на організацію праці людини з особливими потребами вимагає врахування не лише його професійних навичок та досвіду, а й специфічних потреб, які пов’язані з інвалідністю. Отже, організацію праці особи з інвалідністю можна розглядати як складну систему (рис. 1), що складається з таких компонентів:

Користувач – це основний елемент системи, який володіє певними навичками, досвідом та обмеженнями, пов’язаними з інвалідністю.

Цифрові інструменти та технології (ЦІТ) – це засоби та віртуальне середовище, де нема обмежень, пов’язаних з інвалідністю.

Системне середовище – це фізичне середовище, де користувач виконує свої трудові обов’язки, завдяки ЦІТ або без.

Межа системи – відсутня при використанні ЦІТ, і стає непереборною без неї.

Підсистеми та робочі процеси – це задачі і дії, які користувач виконує протягом робочого дня з різними необхідними для цього підрозділами.



Рисунок 1 – Існуючий та адаптований системний погляд на організацію праці

STS – це доволі складні системи, які поєднують в собі технічні параметри (програмне забезпечення, обладнання, робочі процеси) з людськими факторами (законодавство, соціальні норми та інше). Останні дослідження в цій галузі зосереджуються на таких аспектах, як ідентифікація бар’єрів та розробка рішень для усунення цих бар’єрів для маломобільних груп людей в робочому середовищі. Пріоритетом стають фізичні бар’єри, інформаційні та комунікаційні бар’єри. Багато дослідників з різних країн розробляють рішення для усунення цих бар’єрів. Самі популярні напрями цих дослідів стосується розробки концепції "універсального дизайну", застосування адаптивних технологій та введенню гнучких робочих режимів.

Відомо безліч публікацій, присвячених цій темі. Ось деякі з них:

"Проєктування інклюзивних робочих місць для людей з інвалідністю" (*Designing Inclusive Workplaces for People with Disabilities*) [7]. Автори вважають, що захист прав людей з інвалідністю потребує комплексного підходу, здатного залучати медичні та правові аспекти. *Parla Armando D’agostino*, доцент психіатрії, запропонував створити інструмент для вимірювання соціального включення. Для того щоб тема інвалідності не асоціювалася лише з темою допомоги, автор пропонує кількісно оцінювану соціальну інклюзію. Однією з цілей проєкту, який має назву *HumanHall*, є сприяння

залученню людей з обмеженими можливостями до сфери праці. Вимірювання мезо- та макроергономічних показників на рівні окремої території включають відносини між інвалідністю та громадськістю у праві на роботу, житло та здоров'я. Для визначення чітких шляхів працевлаштування створюється в кожному районі структура, яка полегшує інтеграцію та згуртовує інші структури на території, щоб гарантувати інклюзивну справедливість.

"Створення доступних робочих місць: посібник для роботодавців" (*Creating Accessible Workplaces: A Guide for Employers*) [8]. *Job Accommodation Network* (JAN) створили безкоштовний набір інструментів адаптації на робочому місці. Онлайн-ресурс для роботодавців і робітників з інвалідністю пропонує інструментарій, який містить найкращі перевірені практики, доступні на сьогодні. Інструментарій містить дієву політику і процеси пристосування від провідних компаній США, набір форм пристосування, навчальні презентації та рольові відеоролики, що моделюють інклюзивну поведінку. Набір інструментів також містить найкращі та нові практики створення інклюзивного робочого місця для людей з обмеженими можливостями на всіх етапах життєвого циклу зайнятості. У наборі інструментів можна знайти спеціальні ресурси для: рекрутингу, менеджменту, експертизи та інших, спрямованих на пристосування заявників, кандидатів і працівників з обмеженими можливостями, а також пропонує навчати тих, хто виконує функції, важливі для управління інтеграцією людей з інвалідністю на всіх робочих місцях (рис. 2).



Рисунок 2 – Схема структури ресурсів JAN

"Робочі місця для всіх: інклюзивний дизайн для людей з інвалідністю" (*Workplaces for All: Inclusive Design for People with Disabilities*) [9]. Національний інститут інвалідності США 2016 р. веде власне дослідження щодо нерівності людей з особливими потребами. Ці дослідження спрямовані на досягнення кар'єрних цілей шукачів роботи особами з обмеженими можливостями шляхом стратегічного узгодження послуг та планування між трудовими ресурсами і системами громадських послуг. Цей набір інструментів складається з багатьох розділів інтегрованої зайнятості і містить стратегію зменшення труднощів і розширення доступу персоналізованого працевлаштування. Містить дані про результати в різних державах успішних ініціатив, які можуть слугувати моделями покращення фінансового здоров'я і добробуту людей з обмеженими можливостями та їх сімей. Інститут є розробником багатьох посібників зі створення інтегрованого середовища зайнятості для людей з інвалідністю, а також є автором методичних вказівок для аналізу державного самооцінювання міжсистемного аналізу щодо надання послуг особам з обмеженими можливостями.

Навіть вже з цих результатів видно, що в Україні мало робиться для людей з інвалідністю. Недостатньо лише регулюючих документів, які враховують мікроергономічні параметри, такі як ДБН та посібники з безбар'єрності, необхідно залучення державних та інших ресурсів на макрорівні зі створення соціотехнічних систем.

Мета статті

Мета статті – дослідити, як соціотехнічні системи сприяють інклюзії та основоположному принципу рівної доступності можливостей для людей з інвалідністю; зробити аналіз впровадження адаптивних технологій у такі сфери, як освіта, працевлаштування, охорона здоров'я, транспорт та дозвілля, для подальшого використання цього інструментарію дизайнерами та архітекторами.

Виклад основного матеріалу

STS передбачає проектування компонентів системи таким чином, щоб бути одночасно гнучким і чутливим, щоб допомогти організаційній системі реагувати на зміни зовнішнього середовища, а робочий простір має бути легко адаптованим і реконфігурованим. Подібна гнучкість пов'язана з постійним розвитком ІТ-технологій та технічної інфраструктури. У сучасному світі необхідно завжди бути готовими до використання ще невідомих технологій та програмного забезпечення, які можуть бути розгорнуті в масштабах організацій, виробництв тощо. Так само треба розуміти, що ті або інші ІТ-системи, які наразі поширені всюди, можуть зникнути.

Тому з'явилося поняття принципу "організаційного вибору", який пов'язаний з ідеями «мінімальної критичної специфіки» [11], згідно з якою розробники мають обмежувати формальну специфікацію форми, функції чи процесу. Це обґрунтування спирається на те, що дизайнери чи архітектори ніколи не можуть передбачити всі випадки або ситуації, які можуть виникнути в реальному світі. Завжди існує кілька рішень для будь-якої конкретної проблеми, в яких дизайн повинен відображати потреби не тільки бізнесу, а й співробітників і користувачів. Проектування STS, окрім неминучих обмежень, пов'язаних з інвалідністю, має передбачити те, що користувачі теж мають вирішувати, який простір підходить для їхніх робочих потреб, а також де, коли та як вони мають виконувати свою роботу. Такі настрої стають все більш популярними через гнучкі домовленості про роботу вдома, вони враховані, як варіанти, ще на початку процесу проектування.

Розробка фізичних, соціальних і технологічних кордонів, структур і процесів може діяти як перешкода для комунікації та надходженню інформації до тих, хто її потребує. Ці недоліки легко помітити щодо дизайну робочого простору зі стінами та бар'єрами, а також простою фізичною дистанцією, яка може перешкоджати доступу та взаємодії з колегами людям з обмеженими можливостями. Інвазійний дизайн робочого простору має бути спрямований на те, щоб зробити фізичні й організаційні бар'єри якомога невиразнішими. Але якщо в робочому процесі існують певні процедури, наприклад, завдання передаються між різними групами, що сприяє навчанню та обміну знаннями, а для цієї мети найкраще підходить спільне розміщення, за допомогою якого колеги можуть спостерігати за іншими аспектами робочого процесу. Спільне розміщення також сприяє конгруентності та підтримки відповідними системними компонентами і технологіями працівників з особливими потребами. Ця ідея є фундаментальною для структурування робочих процесів та створенню організаційної ієрархії, яка буде спрямовувати потоки інформації. Продуктивність STS та її результати будуть покращені, якщо різні аспекти системи узгоджені і витікають з визнання взаємозв'язку між робочим простором та організаційними факторами (рис. 3).

Інші компоненти системи, такі як процеси та технології, також можуть розглядатися тут як непередбачені обставини. Надання мобільних пристроїв, таких як ноутбуків і мобільної телефонії, та (або) програмного забезпечення, таких як можливість відеоконференцій, миттєвих служб обміну повідомленнями, а також допоміжної технічної інфраструктури, а саме високоякісний Wi-Fi, доступ до мобільної мережі, хмарний хостинг,

потребує необхідного навчання. Ця обставина має вирішальне значення для визначення того, чи будуть працівники здатні повною мірою використовувати різні робочі простори: працювати за робочим столом офісу або працювати з дому, чи віддаленого місця.

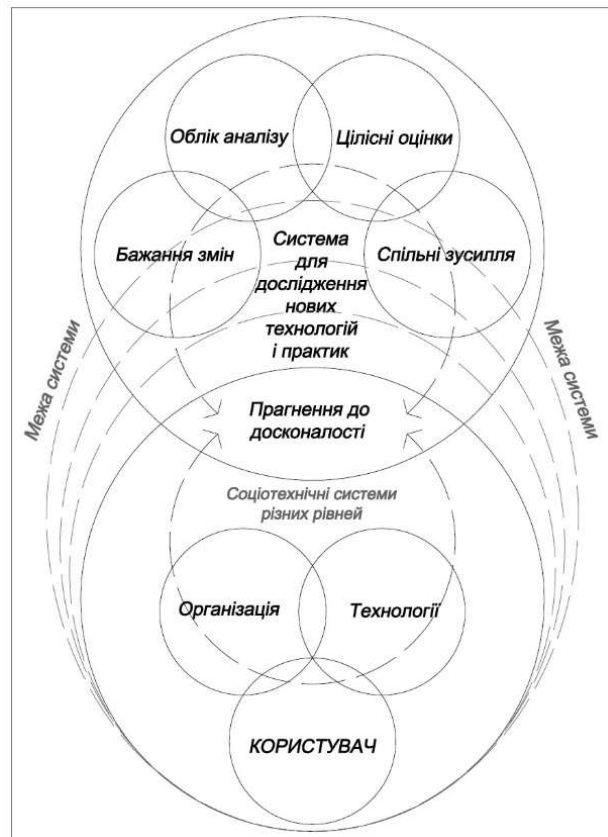


Рисунок 3 – Соціотехнічний підхід взаємозв'язків між робочим простором та організаційними факторами

Дизайн технологій, інформаційних систем, робочих процесів і середовищ може відчутно змінити характер роботи, якою займаються люди з інвалідністю, підвищуючи рівень індивідуальної автономії. Для цього вивчаються взаємозв'язки між дизайном робочого простору та реакціями на нього користувачів. Наприклад, рівень зворотного зв'язку, можливості для дружби або гарних стосунків з колегами, задоволеність роботою і трудова мотивація. Однак дослідження соціотехнічних систем для дизайну робочого простору мають вагомі підстави сумніватися в тому, чи обов'язково найбільш технічно ефективний дизайн (наприклад, з точки зору найвищого рівня зайнятості або щільності працівників у приміщенні) є оптимальним станом системи. Технічні, процедурні чи фінансові вигоди від різних проектів необхідно збалансовувати з впливом на користувачів та їхніми результатами праці. Наприклад, деякі дизайнерські рішення, які оптимізують зайнятість, можуть спричинити також і негативні наслідки. Наприклад, зниження психологічної конфіденційності, відчуття тиску або збільшення когнітивного навантаження

з довготривалими наслідками. Активне прагнення покращити якість життя співробітників може сприйматися як ідеалізм. Проте здається цілком раціональним спробувати оцінити ймовірний вплив різних варіантів робочого простору на працівників з інвалідністю на різних етапах проектування. Ця точка зору врівноважує погляди на ефективність дизайну, який зменшує фінансові витрати в одній частині системи, і може призвести до фінансових або нефінансових витрат в іншому місці.

Задля уникнення техно-центричного проектування «зверху вниз» в рамках STS необхідно залучати зацікавлені сторони та міждисциплінарні команди проєктувальників. Це потрібно робити ще на етапі первинного проєктного завдання для архітекторів і дизайнерів. Для цього запрошують користувачів до процесу активного розгляду їхніх різноманітних функціональних потреб, щоб оцінити вплив різних сценаріїв робочого процесу. Ця участь є ключовим кроком у проєктуванні і надає цінну інформацію на місцях від працівників з обмеженими можливостями, які добре знають реальність виконання робочих завдань і те, як зміна фізичного планування чи пов'язаних із ними способів роботи може вплинути на них самих або на їхні команди.

STS включає ідею про те, що проєктування ніколи не є завершеним і що це відкритий ітеративний процес. Це відображає потребу систем у постійній адаптації до мінливої природи зовнішнього середовища та вимог, з якими вони стикаються. Для вирішення цієї проблеми необхідно, щоб «дизайн ніколи не зупинявся».

Оцінка поточного та перспективного робочого простору співробітниками може бути підтримана використанням наявних соціально-технічних інструментів і результатів, які використовуються для вдосконалення та ітерації проєктів.

Багато з цих інструментів вже широко застосовані в макроергономії для аналізу наявних систем і виявлення відповідних взаємозв'язків і залежностей.

Промислова революція "Індустрія 4.0", яка почалася ще з 1940-х рр. [11] з багатьох технологічних проривів, зробила неймовірний ривок за останнє десятиліття завдяки одночасним досягненням у багатьох сферах, включаючи штучний інтелект, машинне навчання, робототехніку, Інтернет речей, автономні транспортні засоби та безпілотні автомобілі, 3D-друк, віртуальну та доповнену реальність, носимі пристрої, адитивні виробництва, нанотехнології, біотехнології, зберігання енергії та квантові обчислення, що стирають межі між фізичним і цифровим світами та створюють нові бізнес-моделі [11]. Структури галузей і ринків були трансформовані, і з'явилися нові продукти та послуги, про які ніколи раніше не знали.

На суспільному рівні логіка «Індустрії 4.0», без можливості перенавчання на нові професії, може призвести не до підвищення ефективності виробництва, а, навпаки, до самообмеження. Також важливо зазначити, що вплив "Індустрії 4.0" на соціосистеми для людей з інвалідністю буде залежати від того, за якими принципами ці технології будуть розроблятися, впроваджуватися та використовуватися.

Відомо багато різних сучасних технологічних інновацій, які можуть бути впроваджені в соціотехнічні системи для користувачів з інвалідністю. Наприклад:

Асистивні технології (АТ), які призначені для того, щоб підтримувати на поточному рівні або підвищити функціональні можливості й автономність людей з хворобами та інвалідністю, тим самим сприяючи їхньому благополуччю. Це різноманітні допоміжні засоби та послуги, пристрої та програмне забезпечення, які допомагають особам з обмеженими можливостями: по-перше, покращити мобільність для виконання повсякденних завдань; по-друге, збільшує можливості спілкування; по-третє, підвищує самооцінку та дає відчуття повноцінного члена суспільства; а отже, головне – покращує можливості працевлаштування та підвищує продуктивність на робочому місці.

АТ може варіюватися за технологічними параметрами. Їх можна класифікувати за різними категоріями: типах інвалідності, наприклад для людей з порушеннями зору, слуху, мовлення, рухливості, когнітивних функцій; за специфічними функціями, наприклад, спілкування, мобільність, навчання, робота та інші; за рівнем складності, від простих слухових апаратів до складних, високотехнологічних кохлеарних імплантів [12].

Наведемо більш детальні приклади АТ за категоріями інвалідності.

Порушення когнітивних функцій:

– *Програмне забезпечення* для самоорганізації та планування, такі як менеджери завдань, нагадувачі та календарі. *Менеджер завдань* використовують для створення списків справ, встановлення нагадувань і відстеження прогресу, для створення нотаток (наприклад заміри тиску крові), а також для синхронізації ваших нотаток на різних пристроях. Нагадувачі та календарі – це два важливих типи асистивних технологій, які можуть допомогти людям з інвалідністю залишатися організованими і виконувати робочі завдання.

Нагадувачі – це сповіщення, які допомагають людям пам'ятати про події, завдання або прийом ліків. Можуть бути візуальними, звуковими або вібраційними. Існують у вигляді додатків для смартфонів та ПК з такими функціями, як повторювані нагадування, списки справ та

можливість ділитися з іншими електронною поштою, текстовими повідомленнями.

Календарі – це інструменти, які використовуються для відстеження дат, зустрічей та подій. Їх можна використовувати для планування як особистого, так і професійного життя.

Паперові календарі замінені на цифрові, які можна використовувати на комп'ютерах, смартфонах і планшетах.

– *Системи GPS* для людей з інвалідністю – можуть бути цінним інструментом для орієнтування та пересування. Існує багато різних типів систем GPS, такі як навігатори – це автономні пристрої, які використовують супутники для прокладання маршрутів під час водіння. Мають функції, які полегшують їх використання людям з вадами зору, наприклад, дають можливість збільшити текст або використовувати голосові команди. Також з такими функціями є багато мобільних програм GPS, які можна використовувати на смартфонах і планшетах. Ці програми часто пропонують додаткові функції, як-от можливість знаходити громадський транспорт або точки інтересу.

Більш компактними є носимі пристрої, такі як смарт-годинники та фітнес-браслети. Більшість з них мають вбудовані функції GPS. Ці пристрої можуть використовуватися для відстеження вашої активності, отримання сповіщень та отримання вказівок.

Системи GPS можуть запропонувати багато переваг людям з інвалідністю, такі як покращена мобільність, зменшення стресу та підвищення безпеки, додатково надаючи їм інформацію про час у дорозі, корки та альтернативні маршрути.

– *Програми для спрощеного читання* дуже корисний інструмент для людей з інвалідністю, які мають труднощі з читанням. Ці програми можуть перетворювати текст у простіший формат, який легше зрозуміти. Існує багато різних типів програмного забезпечення як для ПК, так і для мобільних пристроїв. Більшість цих програм вміють читати текст вголос. Крім того, є багато вебсайтів для спрощеного читання, які пропонують безкоштовні інструменти для перетворення тексту в простіший формат. Ці вебсайти часто допомагають користувачам вибирати з різних варіантів спрощення, таких як видалення складних слів, або фраз, або перефразування тексту.

Програми для спрощеного читання дають багато переваг людям з інвалідністю, які мають труднощі з читанням, такі як покращене розуміння тексту, збільшують здатність читання та дають можливість отримувати інформацію без допомоги сторонніх.

Деякі програми для спрощеного читання призначені для людей з певними вадами, наприклад, з дислексією або порушеннями зору.

– *Слухові апарати та кохлеарні імпланти* допомагають людям з порушеннями слуху чути. Кохлеарні імплантати встановлюють у випадку повної втрати слуху. Це електронний протез, який вживлюється у внутрішнє вухо і відновлює його функцію. Складається із внутрішньої частини – імпланта, що розміщується безпосередньо в завитці, і мовного процесора, який розташовується за вухом. Принцип роботи такий: звуки сприймаються мікрофоном мовного процесора, який аналізує їх і кодує в послідовність електричних імпульсів. Потім ці імпульси передавач посилає через шкіру до імпланта, а той передає на електроди в равлику. Слуховий нерв сприймає їх і посилає у слухові центри мозку. Мозок розпізнає передані сигнали як звук (рис. 4), [14].



Рисунок 4 – Кохлеарний імплантат, фото: nau.org.ua

Порушення психічного здоров'я

– *Терапевтичні програми*, які вже доступні в Інтернеті для встановлення на ПК та на мобільні пристрої, такі як *Talkspace*, *BetterHelp* та *Moodfit*. Ці програми можуть допомогти людям з психічними розладами керувати симптомами, опанувати навички подолання проблем і покращити своє психічне здоров'я.

– *Програми для медитації та релаксації*. Додатки, такі як *Headspace*, *Calm* і *InsightTimer*, можуть допомогти людям з психічними розладами зменшити стрес, впоратися з тривогою та депресією, а також покращити загальне самопочуття.

– *Додатки для моніторингу настрою*, такі як *MoodTracker*, *Daylio*, *EMoods*, *Happify* та *Moodpath*. Ці комплексні додатки поєднують в собі відстеження настрою, когнітивно-поведінкову терапію (КПТ) та соціальну підтримку, щоб допомогти покращити психічне здоров'я та ідентифікувати тригери. Деякі додатки використовують ігри та позитивні вправи, допомагаючи підвищити настрій і стійкість, пропонують різноманітні завдання для зосередження

на благотворних аспектах свого життя, як-от вдячність чи акти доброти.

– *Терапевтичні чат-боти* – це програми штучного інтелекту (AI), які імітують розмову з людьми, щоб допомогти їм з психічними проблемами. Їх часто розробляють для надання емоційної підтримки, консультування людей, які борються з тривогою, депресією, самотністю та іншими проблемами психічного здоров'я. Деякі чат-боти ґрунтуються на правилах і запрограмовані на найпоширеніший набір відповідей на часті запитання. Інші використовують більш складні алгоритми ML, які допомагають їм навчатися на розмовах з користувачами та з часом покращувати свої відповіді.

– *Технології віртуальної реальності (VR)* використовують для покращення результатів, та як доповнення до традиційних методів лікування, таких як терапія і медикаментозне лікування. Але на відміну від традиційних методів терапії, VR може створювати захоплюючі та *імерсивні* (технології повного або часткового занурення) середовища, які допомагають пацієнтам безпечно досліджувати свої страхи, практикувати нові навички поведінки й отримувати допомогу в подоланні таких поширених психічних розладів, як посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), може допомогти людям з фобіями та з тривожними розладами, такими як генералізований тривожний розлад (ГТР) та соціальний тривожний розлад (СТР), може допомогти людям з розладами харчової поведінки, такими як анорексія та булімія.

Порушення рухових функцій:

Асистивні технології вже відіграють значну роль в житті людей з обмеженою мобільністю або ампутацією, пропонуючи їм протези й ортопедичні вироби з вбудованою електронікою.

– *Протези кінцівок*, такі як руки та ноги, можуть оснащуватися різними функціями, що працюють за допомогою АТ, як-от як мікропроцесори, датчики та сервоприводи. Ці функції дають змогу протезам рухатися більш природно, відповідаючи потребам користувача, та допомагають йому захоплювати та маніпулювати предметами. Шведські науковці розробили нейропротез, який сконструйований таким чином, аби люди з ампутацією відчували згинання кінцівок у суглобах і спирання за землю. Для цього на устілці стопи протеза та в колінному суглобі розташували датчики тиску, які дотики перетворюють на електричні імпульси і по мікроскопічних електродах передають до великогомілкового нерва. Це дає змогу мозку відчувати дотики та будь-які рухи у штучній нозі, та сприймати протез як частину тіла (рис. 5).

– *Ортопедичні вироби*, такі як ортопедичні корсети й ортопедичне взуття, також можуть бути оснащені АТ для покращення їхньої

функціональності та комфорту. Наприклад, ортопедичний корсет може мати датчики, які відстежують зручну поставу тіла користувача і надають зворотний зв'язок, щоб допомогти йому підтримувати її в правильному положенні.

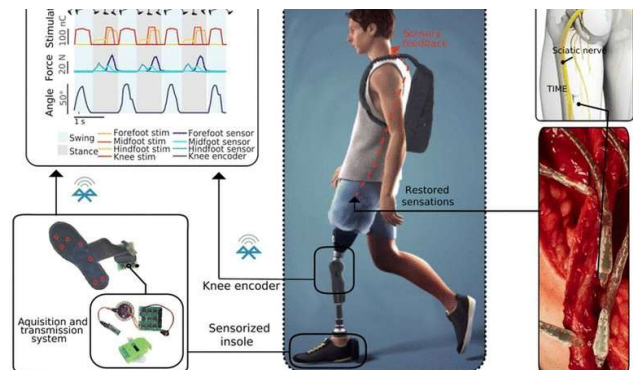


Рисунок 5 – Нейропротез нижньої кінцівки, фото: science.org

– *Роботизовані екзоскелети* – це носимі пристрої, які можуть допомогти людям з обмеженою рухливістю ходити та виконувати інші завдання. Екзоскелет зазвичай оснащений комп'ютером, який керує рухами за допомогою сервоприводів. Вони можуть бути корисними для людей, які перенесли травму спинного мозку, інсульт або інші захворювання, які впливають на їхню мобільність.

– Електричні крісла-коляски з асистивними технологіями вже відіграють значну роль у житті людей з обмеженою мобільністю. Завдяки інтеграції АТ в конструкцію крісел-колясок користувачі можуть отримувати додаткові можливості та функції, такі як джойстики для керування або, навіть, голосове керування.



Рисунок 6 – Крісло-коляска з електроприводом Otto Bock C1000 Lift Power Wheelchair.

Фото: rehabexpert.eu

Активно досліджується нейрокомп'ютерний інтерфейс (BCI), який уможливить користувачам керувати кріслом-коляскою за допомогою думки,

а поки в деяких моделях вже реалізована інтеграція зі смартфоном. Деякі крісла-коляски оснащені функцією підйому, яка допомагає користувачеві підніматися на певну висоту, щоб полегшити доступ до столів, полиць або інших предметів (рис. 6). Деякі крісла-коляски можуть долати бордюри або сходинки й оснащуються функціями нахилу та відкидання, для більшого комфорту або покращення функцій дихання – датчиками перешкод, системами освітлення та сигналу тривоги.

Для інших типів інвалідності:

Системи керування будинком з використанням АТ – це наступний крок розвитку на шляху "розумного будинку", що відіграють значну роль у житті людей з інвалідністю, пропонуючи їм більшу незалежність, комфорт та безпеку в домашньому середовищі. Завдяки інтеграції АТ у системи освітлення, опалення, побутової техніки та інших пристроїв, люди з обмеженими можливостями можуть керувати своїм домом за допомогою голосу, жестів або інших альтернативних методів, не потребуючи сторонньої допомоги. Наприклад, регулювання температури за допомогою розумних термостатів. Вони можуть автоматично регулювати температуру в будинку відповідно до заданих графіків або з мобільних пристроїв. Управління побутовою технікою, такі як пральні машини, холодильники та телевізори за допомогою смартфонів, планшетів або голосових команд (рис. 7). Системи сигналізації та екстреної допомоги, які оснащені датчиками диму, чадного газу та затоплення, можуть не тільки попередити користувача про небезпеку, а й визвати допомогу.

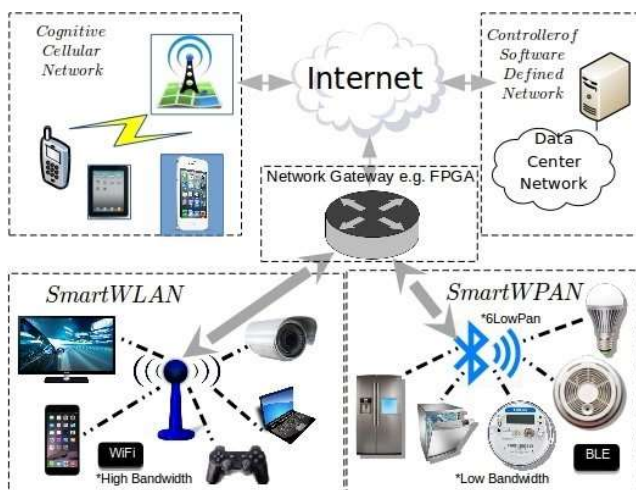


Рисунок 7 – Бездротова мережа Smart Home.

Фото: researchgate.net

– Транспортні засоби з асистивними технологіями дають можливість людям з обмеженою рухливістю рук або ніг керувати транспортним засобом, їздити на роботу, в магазин або просто

відпочивати, не потребуючи сторонньої допомоги. Для цього встановлюють адаптивні педалі і системи керування голосом. Обладнують підйомниками, щоб допомогти людям у інвалідних візках потрапити в транспортний засіб.

Це лише кілька прикладів з багатьох асистивних технологій, вже доступних сьогодні. АТ постійно розвивається, тож з'являються нові інновації, які допомагають людям з інвалідністю жити більш повноцінним життям.

Висновки

Інклюзивне проектування соціотехнічних систем є ключовим аспектом створення справедливого та рівноправного суспільства. Це особливо актуально у сфері зайнятості, де люди з обмеженою мобільністю (Person with Reduced Mobility (PRM)) часто стикаються з дискримінацією.

STS мають бути доступними для всіх людей, незалежно від виду їхньої інвалідності. Тому системи слід створювати гнучкими й адаптивними, щоб їх можна було налаштувати під індивідуальні потреби користувачів. Для розв'язання цієї задачі необхідно мати стратегічний підхід, в якому враховано багато факторів, як-от:

- використання передових асистивних технологій, програмного забезпечення та сучасних технологічних інновацій;
- забезпечення доступності робочих місць для PRM, включаючи модифікацію будівель та обладнання;
- мають бути введені гнучкі графіки роботи, щоб PRM могли поєднувати працю з іншою діяльністю, наприклад лікуванням;
- запровадження асистивних технологій, яке не можливе без підтримки в навчанні, тож роботодавці (приватні чи державні) мають надавати підтримку PRM, щоб допомогти адаптуватися до нового робочого місця та виконувати свої обов'язки;
- поглиблення співпраці з організаціями, які підтримують людей з інвалідністю, щоб знайти і найняти кваліфікованих працівників.

Необхідні додаткові дослідження потреб і досвіду PRM на робочому місці, щоб розробити більш ефективні стратегії інклюзивного дизайну та зайнятості. Розроблення і впровадження стандартів та рекомендацій завдяки цим дослідженням мають бути в постійному розвитку. Отже, перспективи проектування інклюзивних STS для PRM є дуже позитивними. Переваги для PRM, роботодавців та суспільства в цілому переважають потенційні проблеми і затрати. Інвестування в інклюзивний дизайн є не тільки моральним обов'язком, але й розумним економічним рішенням.

Список літератури

1. Mace, Ronald L., Hardie, Graeme J., Place, Jaine P. (2017). Accessible Environments: Toward Universal Design. Center Accessible Housing. North Carolina State University. Box 8613. Raleigh, NC 27695-8613. USA. 919.737.3082.
2. Greig, Michael A., Village, Judy, Salustri, Filippo A. & Neumann, W. Patrick. (2023): Examining human factors and ergonomics aspects in a manufacturing organisation's metrics system: measuring up to stakeholder needs, *Ergonomics*, DOI: 10.1080/00140139.2023.216806.
3. Nismah, Panjaitan, Amir, Yazid Bin Ali. (2019). Clasification of ergonomics levels for research. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 505, 012040. doi:10.1088/1757-899X/505/1/012040.
4. Mark, Benedikt G., Hofmayer, Sarah, Rauch, Erwin and Matt, Dominik T. (2019). Inclusion of Workers with Disabilities in Production 4.0: Legal Foundations in Europe and Potentials Through Worker Assistance Systems. *Sustainability*, 11, 5978; doi:10.3390/su11215978. www.mdpi.com/journal/sustainability.
5. Bednar, Peter M., Welch, Christine. (2020). Socio-Technical Perspectives on Smart Working: Creating Meaningful and Sustainable Systems. Open access | Published: 03 May 2019. Volume 22, pages 281–298, (2020).
6. The ongoing journey to commitment and transformation: digital health in the WHO European Region, 2023. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
7. <https://humanhall.unimi.it/i-progetti/inclusione-delle-persone-con-disabilita/>.
8. <https://askjan.org/toolkit/index.cfm>.
9. <https://www.nationaldisabilityinstitute.org/>.
10. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/email/intersection/2021/10/06/2021-10-06d.html>.
11. Davis, M. C. (2019). Socio-technical systems thinking and the design of contemporary workspace. In R. Ayoko & N. Ashkanasy (eds), *Organizational Behavior and the Physical Environment* (pp128-146). Oxon: Routledge.
12. <https://www.ncdhhs.gov/divisions/eipd/north-carolina-assistive-technology-program>.
13. <https://www.atia.org/>.
14. <https://naiu.org.ua/slsh-mozhna-povernuty-do-kintsya-roku-24-dytny-z-prykarpattya-otrymayut-kohlearni-implanty>.

Стаття надійшла до редколегії 29.05.2024

Botvynovska Svitlana

DSc (Eng), Professor, Head of Department of descriptive geometry and engineering drawing,
<https://orcid.org/0000-0002-1832-1342>

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Shcheglov Serhii

Associate Professor of the Department of Design,
<https://orcid.org/0000-0002-3315-4407>

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

DESIGN OF SOCIOTECHNICAL SYSTEMS WITH THE ASPECT OF CREATING WORKPLACES FOR PEOPLE WITH REDUCED MOBILITY

Abstract. *The work presents studies that are devoted to the problem of creating conditions for integration into the work processes of people with disabilities in wheelchairs with the help of sociotechnical systems. Among the types of STS, in particular, assistive technologies, technologies of inclusive education, communication technologies and implementation of the principles of an accessible environment can be distinguished. In the case when the project space is still at the conceptual stage, what are the advantages of the implementation of socio-technical systems already at this stage and will be considered in these studies. If an inclusive space is modeled, and this will be the subject of this study, what factors influence the choice of one or another decision the most. The paper will show the hierarchical relationships of various socio-technical systems and technologies. It is clear that in any case, the task boils down to finding the main parameters of an inclusive environment, which will be most adapted to work processes in which people with limited mobility can be involved. As one of the factors for the decision, we will consider human interaction with digital technologies (digital technologies (DT)), which can erase the physical boundaries of the system. This direction of research is gaining particular importance in view of the growth of their role in modern work environments, as the integration of DT principles in the design of STS can significantly improve the accessibility of workplaces for people with musculoskeletal disorders. This will also be facilitated by the development of inclusive interfaces that take into account the cognitive and physical characteristics of users with disabilities. The creation of alternative methods of management and access to information will be the main goal for developers of adaptive technologies (adaptive technologies (AT)) in the coming decade. The presented work examines the future vector of STS development, which may arise with the introduction of artificial intelligence (AI) and virtual reality (VR) technologies.*

Keywords: *sociotechnical systems; communication technologies; computer modeling; integration of people with limited locomotor functions; assistive technologies*

References

1. Mace, Ronald L., Hardie, Graeme J., Place, Jaine P. (2017). Accessible Environments: Toward Universal Design. Center Accessible Housing. North Carolina State University. Box 8613. Raleigh, NC 27695-8613. USA. 919.737.3082.
2. Greig, Michael A., Village, Judy, Salustri, Filippo A. & Neumann, W. Patrick. (2023): Examining human factors and ergonomics aspects in a manufacturing organisation's metrics system: measuring up to stakeholder needs, *Ergonomics*, DOI: 10.1080/00140139.2023.216806.
3. Nismah, Panjaitan, Amir, Yazid Bin Ali. (2019). Clasification of ergonomics levels for research. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 505, 012040. doi:10.1088/1757-899X/505/1/012040.
4. Mark, Benedikt G., Hofmayer, Sarah, Rauch, Erwin and Matt, Dominik T. (2019). Inclusion of Workers with Disabilities in Production 4.0: Legal Foundations in Europe and Potentials Through. Worker Assistance Systems. *Sustainability*, 11, 5978; doi:10.3390/su11215978. www.mdpi.com/journal/sustainability.
5. Bednar, Peter M., Welch, Christine. (2020). Socio-Technical Perspectives on Smart Working: Creating Meaningful and Sustainable Systems. Open access | Published: 03 May 2019. Volume 22, pages 281–298, (2020).
6. The ongoing journey to commitment and transformation: digital health in the WHO European Region, 2023. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
7. <https://humanhall.unimi.it/i-progetti/inclusionone-delle-persone-con-disabilita/>.
8. <https://askjan.org/toolkit/index.cfm>.
9. <https://www.nationaldisabilityinstitute.org/>.
10. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/email/intersection/2021/10/06/2021-10-06d.html>.
11. Davis, M. C. (2019). Socio-technical systems thinking and the design of contemporary workspace. In R. Ayoko & N. Ashkanasy (eds), *Organizational Behavior and the Physical Environment* (pp128-146). Oxon: Routledge.
12. <https://www.ncdhhs.gov/divisions/eipd/north-carolina-assistive-technology-program>.
13. <https://www.atia.org/>.
14. <https://naiu.org.ua/sluh-mozhna-povernuty-do-kintsya-roku-24-dytyny-z-prykarpattya-otrymayut-kohlearni-implanty>.

Посилання на публікацію

- APA Botvinovska, S. & Shcheglov, S. (2024). design of sociotechnical systems with the aspect of creating workplaces for people with reduced mobility. *Management of Development of Complex Systems*, 58, 93–102, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.93-102.
- ДСТУ Ботвіновська, С. І, Щеглов С. П. Проекування соціотехнічних систем з аспектом створення робочих місць для маломобільних людей. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. № 58. С. 93 – 102, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.93-102.