

## НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОСІБ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

© Мосоров В. Я., Панський Т. І., 2014

Описано нові інформаційні технології для осіб з обмеженими можливостями. Основну увагу звернено на можливості полегшеного управління комп'ютером з використання нових інформаційних технологій, а також комунікаційні можливості людей з обмеженими можливостями з усього світу за допомогою комп'ютерів. Класифіковано нові технології для людей з обмеженими можливостями, описано та вибрано програмні засоби та пристрої для полегшення використання комп'ютера.

**Ключові слова:** особи з обмеженими можливостями, програмне забезпечення, інформаційні технології.

**This paper describes new informatics technologies for the persons with disabilities. This paper focuses on the possibilities of easier computer management with using new informatics technologies and also communication capabilities of people with disabilities around the world using computers. New technologies for people with disabilities have been classified in this paper. Based on this classification software and devices to facilitate the use of computer have been described and selected.**

**Key words:** persons with disabilities, programs, informatics technologies.

### Вступ

Першою описаною інформаційною технологією для полегшення життя людей з обмеженими можливостями є системи розпізнавання мови. У статті наведено механізми дії такої системи та кілька прикладів таких систем. Наступною описаною технологією є синтезатори мови, які дозволяють читати друкований текст. Описано різні технології для обслуговування комп'ютера без використання миші і клавіатури а саме: програми для управління комп'ютером за допомогою подиху (програма Sensawaft), мигання повіками (програма "B-link"), рухів очного яблука (програма "Eye-trucker"), рухів голови (програма "Head Mouse Extreme"). Описано технології, які все ще знаходяться в стадії дослідження, але, ймовірно, будуть реалізовані протягом декількох років – технології управління комп'ютером подумки.

### Нові технології

Комп'ютери сьогодні стали невід'ємною частиною нашого життя. Основною причиною для такого великого розвитку комп'ютерів і Інтернету є доступ до величезних обсягів інформації. За допомогою них можна здійснювати банківські операції, робити покупки, відправляти електронну пошту, порівнювати ціни в різних магазинах і багато іншого, не виходячи з дому. Завдяки комп'ютерам та Інтернету є можливість мати все це в одному місці. Людина, яка не має доступу до Інтернету, відчувається віддаленою від суспільства і позбавленою можливостей, які має людина з таким доступом.

На жаль, люди з обмеженими можливостями не можуть повною мірою користуватися перевагами комп'ютерів та Інтернету внаслідок відсутності адаптації до їх програмного забезпечення. За даними дослідження, проведеного GUS у 2009 році, в Польщі 11,1 % – особи із обмеженими можливостями [1], за даними NSP у 2011 році – людей з обмеженими можливостями загалом було близько 4,7 млн. осіб, або 12,2 % населення країни. Частка чоловіків серед людей з обмеженими можливостями була 46,1 % порівняно з 53,9 % – жінок. Це значна частина населення, яка має обмежений доступ до інформації. Але є й багато нововведень в інформатичних технологіях, які дають змогу людям з обмеженою дієздатністю повною мірою скористатися можливостями,

надаваними комп'ютерами. Ключовим питанням доступності комп'ютерів є насамперед розроблення програмного забезпечення, доброзичливого до людей з обмеженими можливостями, що забезпечує ефективну навігацію і використання додатка такою мірою, що і повносправна особа. Області доступності комп'ютерів для людей різних типів обмеженості в можливостях вимагає багато досліджень і створення окремих вирішень для кожного виду цих обмежень (рис. 1).



Рис. 1. Класифікація технологій, які полегшують життя для осіб з обмеженими можливостями

Одним із прикладів використання інформаційних технологій для осіб з обмеженими можливостями є системи для розпізнавання і зміни мови на письмовий текст. Ця технологія є надзвичайно корисною для людей, які є глухими або паралізованими. За допомогою цієї технології вони можуть працювати з комп'ютером за допомогою голосу. Ця технологія допомагає людям із обмеженими можливостями спілкуватись з іншими людьми, а також полегшує введення тексту в комп'ютер. Є багато таких розв'язків для англійської мови, а саме: Sphinx, Via Voice, Loquendo і багато інших, але також розроблено кілька додатків, які використовують польську мову, а саме: MagicScribe [2] і SkryBot [3]. Сьогодні у польській мові визначається правильно від 5 до 9 слів із 10 вимовлених слів [4].

Автоматичне розпізнавання мови допомагає реалізувати акустичний вхід у комп'ютер, в який можна ввести інформацію людським голосом. У найпростішому випадку робота такої системи полягає у визначенні окремих слів, які належать до чітко ідентифікованого набору слів, введених однією особою. Схему системи розпізнавання мови показано на рис. 2.

Блок попередньої обробки відповідає за приймання сигналу мови з мікрофону. У блоці попередньої обробки також підсилюється сигнал, фільтрується і перетворюється на цифрову форму (в системах зв'язку з комп'ютером за допомогою мови цю роль виконує звукова карта). Блок визначення параметрів відповідає за аналіз й обробку сигналу мови і перетворення його на набір інформації. Набір такої інформації створює вектор, за яким класифікується сигнал. Блок класифікації являє собою комп'ютерну програму з базою даних, яка порівнює вхідні вектори сигналу з шаблонами, які знаходяться в базах даних. База даних може містити запис фонем, слова або навіть цілі речення. База даних формується на етапі навчання системи.

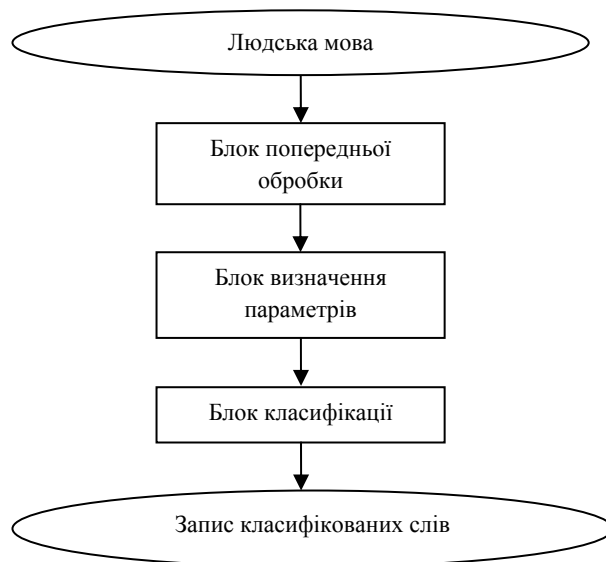


Рис. 2. Структура системи розпізнавання мови

До основних методів розпізнавання мови належать [5]:

- Байєсівські алгоритми;
- k-NN алгоритми;
- Динамічне програмування;
- Приховані моделі Маркова;
- Нейронні мережі.

Одна з найновіших технік, зниження рівня помилок у розпізнаванні мови є використання штучних нейронних мереж. Нейронні мережі якоюсь мірою імітують дію реального мозку і є великим досягненням сучасних технологій у галузі штучного інтелекту. Крім того, їхньою перевагою є автоматична адаптація до нових слів і акустичних умов. Нейронні мережі здатні самі вчитися на зразках нових голосів. У результаті якість розпізнаваної мови реально зростає з часом використання програми.

Розпізнаний текст мови можна використовувати для:

- Управління комп'ютером;
- Введення в комп'ютер письмового тексту;
- Перетворення на мову жестів.

До програми розпізнавання людського голосу можна під'єднати синтезатор мови, завдяки чому сліпі люди можуть спілкуватись з комп'ютером. Синтезатори мови дають змогу людині з обмеженими можливостями: читати веб-сторінки, читати книги у форматі PDF або здійснювати рухи по екрану комп'ютера. Найцікавішою функцією синтезаторів мови є функція гіда по екрану. Синтезатор з функцією гіда може прочитати з екрана комп'ютера для сліпої особи текст чи інструкції, які знаходяться в діалогових вікнах у системі. Прикладом такого синтезатора мови із функцією віртуального гіда на робочому столі є польська програма IVONA [6].

Синтезатори мови складаються з двох компонентів: двигуна, який генерує людський голос на основі заданого тексту, і мовного модуля, що дозволяє синтезатору говорити певною мовою. Сам процес синтезу також можна поділити на два основні процеси. Під час першого процесу синтезатор виявляє з введеної фрази найбільшу кількість лінгвістичної інформації, намагається “зрозуміти” як-найбільше тексту. Цей процес називається обробкою природної мови. На другому етапі на основі отриманої лінгвістичної інформації синтезується звук фрази – це етап цифрового перетворення сигналу.

Наступною інформаційно-технологічною новиною для людей з обмеженими можливостями є управління комп'ютером за допомогою подиху. Одним із застосувань цієї технології є продукт Sensawaft компанії Zuxio [7]. Особа з обмеженими можливостями видихає в спеціально вбудований сенсор, який дуже схожий на мікрофон (рис. 3). Сенсор визначає напрям руху повітря і скеровує в потрібне місце курсор комп'ютера. За допомогою цього пристрою також можна управляти інвалідними колясками, телевізорами та іншими пристроями.



*Рис. 3. Управління комп'ютером за допомогою пристрою Sensawaft*

Технологічний університет Лодзі також може похвалитися своїм внеском у розвиток інформаційних технологій для людей з обмеженими можливостями. Одним із прикладів такого програмного забезпечення, розробленого в Технологічному університеті міста Лодзь, є програма B-link. Без сумніву, B-Link є унікальним додатком, що дає змогу паралізованій особі керувати комп'ютером рухом повік [8]. Додаток є роботою пані Олександри Крулак, яка створила додаток B-link як дипломний проект. Надихнув до написання додатка кінофільм “Le Scaphandre et le papillon”, який розповідає правдиву історію про французького редактора-інваліда журналу “Elle”, який написав книгу, моргаючи повіками. Особа читала йому алфавіт, а він моргав повіками на потрібній літері. Так з'явилась ідея створити програмне забезпечення, яке дає змогу керувати комп'ютером рухом повік. Програма є безкоштовною для завантаження з веб-сайту: <http://b-link.sourceforge.net> для людей з обмеженими можливостями з усього світу. За допомогою B-Link можна працювати з більшістю додатків, не торкаючись руками вхідних пристроїв, таких як миша або клавіатура. Програма B-Link дозволяє вводити текст, переміщати курсор і натискати кнопки миші.

Для використання програми необхідно є наявність персонального комп'ютера і веб-камери, розташованої перед обличчям працюючої за комп'ютером людини. Камера фіксує кожний рух повік. Програма B-Link реєструє моргання користувача, яке має тривати не менше 1/4 секунди [9]. Програма реєструє моргання як натискання кнопки миші. Для введення символу з клавіатури особа з обмеженими можливостями повинна моргнути ще раз для переміщення по рядках клавіатури, а потім ще раз, щоб задіяти один із символів.

Меню програми показано на рис. 4. На додаток до віртуальної клавіатури в меню є також зображення з камери, на якому відображено позицію очей користувача. B-Link також дозволяє створювати власні шляхи – так, щоб можна було легко увімкнути необхідні програми.

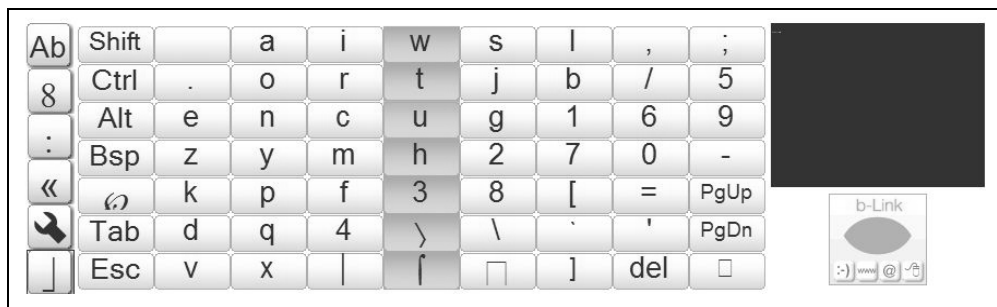


Рис. 4. Меню програми B-Link

Спосіб використання B-Link показано на рис. 5. Програма після установки додається в автозапуск і стартує із запуском комп'ютера. Користувач повинен встановити камеру навпроти свого обличчя. Потім сканується обличчя для знаходження місцерозташування очей. Під час сканування обличчя користувач повинен деякий час сидіти нерухомо. Після розпізнавання позиції очей можна почати працювати з програмою. На екрані з'являється вікно із зображенням з камери, де червоним прямокутником підсвічується область навколо очей.

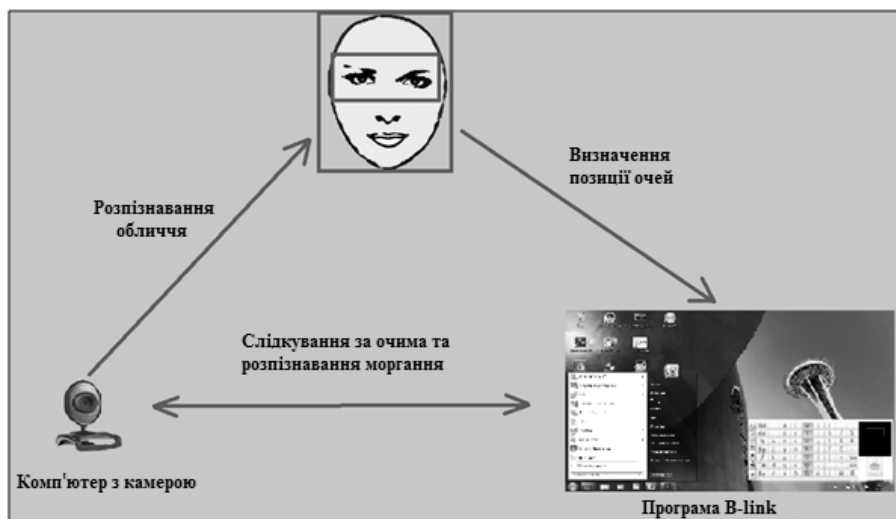


Рис. 5. Схема програми B-Link

Основними особливостями B-Link є [10]:

- Запуск програм;
- Відкриття інтернет-сторінок;
- Навігація веб-сторінок за допомогою моргання повік;
- Управління курсором миші і введення символів за допомогою віртуальної клавіатури;
- Вимкнення системи Windows.

Інший метод використання комп'ютера за допомогою зору особами з обмеженими можливостями опрацювали науковці з Гданського політехнічного університету. Їхній продукт називається Eye-trucker [11]. В цій програмі за допомогою руху очей паралізована людина може управляти комп'ютером і спілкуватися з ним. Eye-trucker має чотири джерела світла, які випромінюють світло в інфрачервоному діапазоні. Випромінювання зосереджено на обличчі особи з обмеженими можливостями. Додатком до програми є інтернет-камера, яка реєструє також затемнені обличчя. Система eye-trucker виявляє відбиття від чотирьох джерел світла на зіниці ока. За геометричною залежністю знаходить місце на екрані комп'ютера, на яке дивиться особа, яка використовує програму. Технологічною новизною цього додатка є спосіб підсвічування очей за допомогою інфрачервоних променів. У програмі eye-trucker використано два алгоритми, які діють одночасно та співпрацюють як для темної, так і для світлої зіниці. Досі такі пристрої співпрацювали тільки з одним або іншим типом зіниці.

Ще однією програмою, яка дає змогу людям з обмеженими можливостями користуватися комп'ютерами є Head Mouse Extreme [12]. За її допомогою курсором управляють рухами голови. На лобі користувача програми приклеєно маленьку крапку з тонкого матеріалу. Програма Head Mouse Extreme відслідковує цю крапку і відповідно до рухів голови переміщує курсор на екрані комп'ютера. Натискання миші реалізується затриманням курсору на деякий час в одному місці. Ще одним способом для натискання мишею є підключення до програми Head Mouse Extreme синтезатора мови.

До програми входить інфрачервоний сенсор, який забезпечує бездротове під'єднання перемикачів (рис. 6). Інфрачервоний сенсор підключається до комп'ютера за допомогою USB або стандартного роз'єму миші - PS / 2. У поєднанні зі стандартною екранною клавіатурою, яка поставляється з Windows, Head Mouse Extreme забезпечує користувачеві з обмеженими можливостями доступ до всіх функцій комп'ютера.

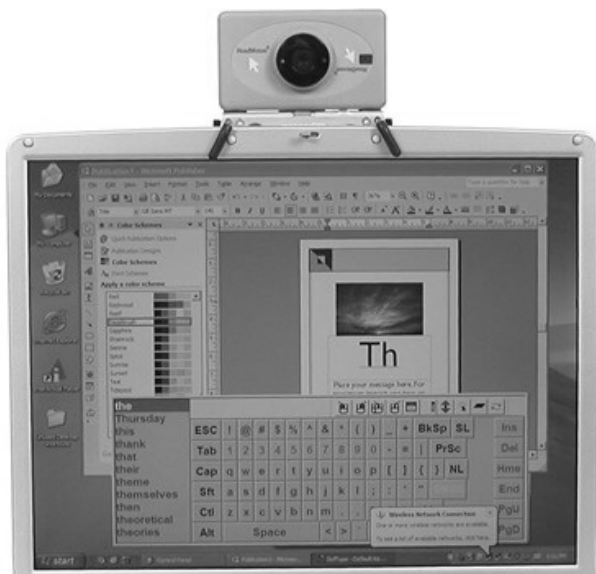


Рис. 6. Head Mouse Extreme з інфрачервоним сенсором

Найцікавішим та найновішим методом обслуговування комп'ютера особою з обмеженими можливостями є технологія управління комп'ютером подумки. Розвиток цієї технології особливо важливий для повністю паралізованих осіб. Досягнення в області нейромоторного протезування є надією для осіб з травмами головного та спинного мозку, знерухомленими та позбавленими контактів зі світом. На рис. 7 наведено схему такого інтерфейсу, контрольованого подумки (інтерфейсу мозок-комп'ютер).

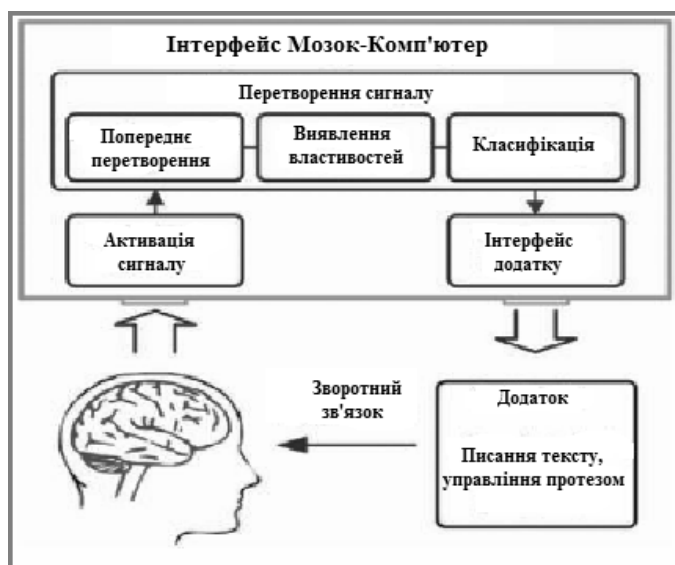


Рис. 7. Схема інтерфейсу мозок-комп'ютер

Є три способи отримання сигналу від мозку [13]:

- Інвазивні методи, ґруновані на під'єднанні до мозку імплантатів, які отримують чи пересилають сигнали з кори головного мозку. Сьогодні цим методом переважно користуються сліпі. Прикладом застосування цього методу є під'єднання імплантату Джонові Рею з Університету Еморі в Атланті. Пацієнт Джоні Рей мав інсульт і був повністю паралізований. Завдяки приєднаному імплантату пацієнт за допомогою мозку може переміщати курсор комп'ютера.

- Метод частково інвазивний. Сенсори в цьому методі імплантують під череп, але не до мозку, як за інвазивними методами. Завдяки цьому є значно краща якість сигналу, ніж у випадку інвазивних методів, коли сигнал спотворюється, проходячи крізь череп, а також є менша інвазивність. За такого підходу ECOG вимірює електричну активність мозку. Інший спосіб вимірювання активності нейронів – імплантація лазера, який вимірює активність окремих нейронів на основі відбитого світла. Цей підхід, однак, поки що в області теорії.

- Неінвазивні методи. За такого підходу сигнал передається від мозку за допомогою спеціальних “шапок” із вбудованими на голові сенсорами. Сьогодні найчастіше для отримання імпульсів, які надходять від мозку, використовують сигнали електроенцефалографічні (EEG). Це відносно недорогий і неінвазивний метод. Особа з обмеженими можливостями думає про певний рух, і на основі сигналу EEG комп'ютер має “прочитати”, який рух особа могла собі уявити. Перешкодою на шляху поширення цього методу є спотворення сигналу, який проходить крізь череп, а також проблема точного визначення місця походження сигналу (від котрого нейрона). Вперше цей метод було використано в 1999 році. Дослідники з Case Western Reserve University використовували 64-електродну “шапку” для отримання сигналу від шкіри голови, щоб відновити рухи рук Джима Джатіха. На основі аналізу EEG комп'ютер зміг “прочитати”, в якому напрямку пацієнт хотів порухати рукою. На підставі цього комп'ютер вмикав мікроконтролери його нервів в руці і відновив рух його руки. Крім того, пацієнт подумки також може управляти курсором комп'ютера. У 2004 році вчені з Fraunhofer Society завдяки використанню нейронних мереж досягли більшої швидкості навчання комп'ютера та дізнались, який рух уявляє особа. Сьогодні до роботи над управлінням комп'ютером подумки приєдналася фірма Intel. Науковці з Intel використовують для вимірювання активності мозку машини для вимірювання магнітного резонансу. Це дає можливість отримати слова.

Проблемою при використанні інтерфейсу мозок–машина є швидкість, з якою отримані сигнали з мозку передаються до додатка. Сьогодні це лише декілька знаків за хвилину. Ще однією проблемою є надмірно довгий час навчання людей користуватися такою системою.

### Висновки

Є ще багато технічних інновацій, які дають змогу особі з обмеженими можливостями використовувати можливості комп'ютерів, але через сталий обсяг статті вони не були презентовані. Деякі з цих технологій вже реалізовані для повсякденного використання, такі як програма B-link, програма для розпізнавання мови; програми для управління комп'ютером подумки ще в процесі наукових досліджень.

Нові інформаційні технології дозволяють спілкуватись з іншими людьми, підвищують мотивацію до дій, стимулюють більшу активність. Зосередження на потребах людей з обмеженими можливостями в плані доступу до комп'ютерів не тільки гарантує кожній людині право на знання, а й можливість ефективного спілкування з навколишнім світом. Особи, які через свою інвалідність не можуть повною мірою скористатися деякими формами діяльності, завдяки комп'ютерам можуть стати більш впевненими і незалежними.

1. [Електронний ресурс] <http://www.niepelnosprawni.gov.pl/niepelnosprawnosc-w-liczbach/>
2. [Електронний ресурс] <http://magicscribe.pl/o-systemie.html>
3. [Електронний ресурс] <http://skrybot.pl>
4. [Електронний ресурс] [http://pl.wikipedia.org/wiki/Rozpoznawanie\\_towu](http://pl.wikipedia.org/wiki/Rozpoznawanie_towu)
5. [Електронний ресурс]. [http://dariusz.banasiak.staff.iar.pwr.wroc.pl/si/SI5301\\_w2\\_3.pdf](http://dariusz.banasiak.staff.iar.pwr.wroc.pl/si/SI5301_w2_3.pdf)
6. [Електронний ресурс] <http://www.ivona.com>
7. [Електронний ресурс] <http://www.zyxio.com/technology.htm>
8. [Електронний ресурс] <http://bon.p.lodz.pl/?b-link-darmowy-program-grupy-tp-do-obslugi-komputera-dla-osob-niepelnosprawnych,154>
9. [Електронний ресурс] <http://www.razemztoba.pl/wai/index.php?NS=srodek&nartyk=4537>

10. [Електронний ресурс] [http://www.tp.pl/prt/pl/o\\_nas/edukacja/687688](http://www.tp.pl/prt/pl/o_nas/edukacja/687688) 11. [Електронний ресурс] <http://tech.wp.pl/kat,1,title,Komputer-sterowany-spojrzeniem,wid,11252556,wiadomosc.html?ticaid=1b849> 12. [Електронний ресурс] <http://www.orin.com/access/headmouse/> 13. [Електронний ресурс] [http://en.wikipedia.org/wiki/Brain%E2%80%93computer\\_interface](http://en.wikipedia.org/wiki/Brain%E2%80%93computer_interface)

V. Mosorov, T. Pansky

## NEW INFORMATICS TECHNOLOGIES FOR PERSONS WITH DISABILITIES

Computers in recent years become an integral part of our lives. The main reason for such a large development of computer and Internet is the access to a huge amount of information that can be found through them. Unfortunately, people with disabilities cannot fully enjoy the benefits offered by computers and the Internet, due to the lack of adaptation to its software. According to the research carried out by GUS in 2009 shows that in Poland, 11.1 % are persons with disabilities [1], according to NSP in 2011, the number of people with disabilities in general was about 4.7 million, representing 12.2 % of the population. The share of men among people with disabilities was 46.1 % compared to 53.9 % for women. But there are many innovations in informatics technologies that allow people with disabilities in full take advantage of opportunities provided with computers. New technologies for people with disabilities have been classified in this paper. Based on this classification software and devices to facilitate the use of computer have been described and selected.

First described informatics technology, that make the life easier for people with disabilities, is a speech recognition system. There are plenty of solutions for English language, namely: Sphinx, Via Voice, Loquendo and many others, but also developed several applications that use the Polish language, namely: MagicScribe [2] and SkryBot [3]. One of the newest techniques, which allow reducing errors in speech recognition, is the use of artificial neural networks. Neural network in some way imitating the action of real brain and is a major achievement of modern technologies in artificial intelligence.

Another informatics-technology novelty for people with disabilities is to control the computer through breathing. One of the applications of this technology is a product called Sensawaft, Zyxio company [7].

The example of software developed at the Lodz University of Technology is a program B-link. Without a doubt, B-Link is a unique application that allows paralyzed person to use a computer using eye blinking [8]. Another method that uses vision for persons with disabilities has been processed by scientists from the Gdansk University of Technology. Their software called Eye-trucker [11]. This program through the eye movement of paralyzed person can operate with a computer and communicate with it.

Another program that allows people with disabilities to use computers is Head Mouse Extreme [12]. It allows you to control the movements of the cursor with a flick of the head.

The most interesting and latest method of computer controlling a person with disabilities is technology of computer controlling using the "mind". There are three ways to get the signal from the brain: invasive methods, partially invasive and non-invasive methods [13].

New informatics technologies allow persons with disabilities to communicate with other people increase motivation for actions, stimulate greater activity.