

MARIUSZ KĄKOLEWICZ

Uniwersytet im. A. Mickiewicza
w Poznaniu

EDUKACYJNE IMPLIKACJE TECHNOLOGII CYFROWYCH

ABSTRACT. Kąkolewicz Mariusz, *Edukacyjne implikacje technologii cyfrowych* [Educational implication of digital technologies]. „Neodidagmata” 31/32, Poznań 2011, Adam Mickiewicz University Press, pp. 21-36. ISBN 978-83-232-2332-0. ISSN 0077-653X.

During the last three decades the World has changed. We witness the transformation from industrial to information society. If there might be one word to represent the change it would be digitization (or digitalization). At the beginning there was the invention of the digital computer and then all old analog media (text, sound, picture, film) represented in continuous (analog) signals were replaced by new digital forms. Digital means that information may be represented as a sequence of numbers written in binary number system (0 and 1). In the article we point out the functional constraints of analog media and consider the qualities of digital representation of diverse forms of information and how they implicate the changes in the learning process and education.

Mariusz Kąkolewicz, Zakład Technologii Kształcenia, Wydział Studiów Edukacyjnych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Słowackiego 20, 60-823 Poznań, Polska – Poland.

WPROWADZENIE

Od kilku dekad jesteśmy świadkami i uczestnikami drugiej w historii ludzkości rewolucyjnej przemiany cywilizacyjnej – przejścia od społeczeństwa przemysłowego do społeczeństwa informacyjnego. Kluczem do zrozumienia tych przemian jest słowo **cyfryzacja**, wywodzące się od pojęcia cyfry, a oznaczając umowne znaki służące do zapisu liczb, podobnie jak litery służą do zapisu słów. Co jednak cyfry mają wspólnego ze społeczeństwem informacyjnym? Otóż, w wielkim skrócie, wszelkie informacje dostępne są wyłącznie poprzez komunikaty, a wszystkie medialne formy komunikatów (tekst w języku naturalnym, dźwięk, obraz, wideo, multimedia) mogą być i są reprezentowane za pośrednictwem liczb zapisywanych za pomocą cyfr. Ze względu na niezawodność zapisu, przesyłania i przetwarzania w systemach teleinformatycznych wykorzystywany jest zapis dwój-

kowy liczbowy, w którym wszystkie liczby reprezentujące komunikaty medialne zapisywane są za pomocą tylko dwóch cyfr – 0 i 1.

Pojęcie cyfryzacji dziś jest często wykorzystywane jako określenie procesów przenoszenia powstałych dawniej tekstów kultury: od książek poprzez utwory muzyczne do filmów, z wersji analogowych w postaci: rękopisów, drukowanych książek¹, fotografii², płyt winylowych i filmów na taśmie celuloidowej. Cyfryzacja (dygitalizacja) stanowi zawsze pierwszy etap przygotowania dzieła kultury, często pojedynczego unikat, do umieszczenia go w Sieci i udostępnienia wszystkim zainteresowanym w skali globu. Najistotniejszym etapem przygotowania cyfrowych już kopii do udostępnienia jest oczyszczenie komunikatu z nawarstwionych przez wieki lub dekady „zanieczyszczeń”, takich jak: przebarwienia czy ślady pleśni na pergaminach średniowiecznych rękopisów lub papierze starodruków, szumy i trzaski starych nagrań dźwiękowych czy rysy i zadrapania na fotografiach lub taśmach filmowych. Obróbka cyfrowa pozwala także na, niekiedy kontrowersyjne, poprawienie reprezentacji zachowanego oryginału: od zwiększenia ostrości i kontrastu pisma, druków lub obrazów do zwiększenia dynamiki dźwięku utworów muzycznych lub ścieżki dźwiękowej filmu czy poprawienia rozpiętości tonalnej oraz kontrastu obrazów fotograficznych i filmowych. Wszystkie te zabiegi, służące nie tylko zachowaniu dla kolejnych pokoleń dziedzictwa i dorobku kultury światowej, ale i zapewnieniu każdemu do nich swobodnego dostępu, możliwe są wyłącznie dzięki zamianie postaci analogowej na cyfrową i wykorzystaniu wszystkich jej atutów, o których dalej. Dodajmy jeszcze, że na określonych warunkach (np. odpłatnie) Sieć umożliwia (lub mogłaby umożliwić) także dostęp do wszystkich, tworzonych od początku w wersjach cyfrowych (lub od razu poddanych cyfryzacji), współczesnych wytworów kultury i nauki, od codziennej prasy i artykułów naukowych poprzez utwory muzyczne i filmowe, aktualną ofertę radia i telewizji, po niezliczone „dzieła” tworzone przez autorów nieprofesjonalnych, czyli każdego, dzielących się własnym dorobkiem między innymi na serwisach społecznościowych.

Edukacyjne implikacje cyfryzacji, choćby tylko te wynikające z możliwości dostępu każdego uczącego się do dowolnego: tekstu, obrazu, filmu, prezentacji z akademickiego wykładu czy jego rejestracji lub choćby cudzych szkolnych opracowań, które służyć mogą jako źródła do budowania własnej wiedzy, są przeogromne i trudne do przecenienia. W niniejszym

¹ Porównaj choćby: Ancient Manuscripts Go Online, <http://www.pcworld.com/article/106485/ancient_manuscripts_go_online.html> [12.02.2011].

² Przykładowe zasoby: zbiory fotografii Biblioteki Kongresu USA, <<http://www.loc.gov/pictures/>>, zbiory fototeki Filmoteki Narodowej w Warszawie, <<http://fototeka.fn.org.pl/strona/baza-filmow.html>>.

tekście podjęto próbę przedstawienia niektórych z nich, wskazując na zasadnicze znaczenie cyfryzacji w kreowaniu tych słabo jeszcze uświadamianych przez większość użytkowników możliwości. Zaczniemy od przypomnienia początków.

OD LAMP ELEKTRONOWYCH DO MIKROPROCESORÓW - FAKTY Z HISTORII KOMPUTERÓW

Nie dla wszystkich jest dziś oczywiste, że początkiem rewolucji informacyjnej było zbudowanie w latach 40. XX w. pierwszych cyfrowych komputerów o architekturze (strukturze budowy) obejmującej pamięć, procesor i urządzenia wejścia/wyjścia, a zaproponowanej przez von Neumanna, Mauchly'ego i Eckerta. Trudno dostrzec bezpośrednią przyczynę lawiny przemian w ogromnych i bardzo drogich komputerach, które do lat 80. XX w. pracowały jedynie w ośrodkach komputerowych instytucji wojskowych, rządowych i badawczych oraz na większych wyższych uczelniach. Procesory komputerów początkowo budowane były z lamp elektronowych, a od lat 50. z pojedynczych tranzystorów oraz innych elementów elektronicznych. Były one umieszczane i lutowane z sobą na płytach montażowych, które montowano i łączono w wielkich metalowych szafach. Jako moduły pamięci operacyjnej wykorzystywano pamięć rtęciową, a od lat 50. pamięć ferrytową (o pojemności od kilku do kilkudziesięciu kB), wykorzystywaną w niektórych krajach, na przykład w Polsce aż do lat 80. (por. Turski, 1985). Komputery takie składały się z co najmniej kilku lub kilkunastu metalowych „szaf”, w których kryły się moduły procesora i pamięci operacyjnych, oraz z urządzeń zewnętrznych, takich jak: zespoły pamięci magnetycznych (taśmowych, bębnowych, a później dyskowych), perforatorów oraz czytników kart i taśm perforowanych (na których zapisywano wprowadzane programy i dane), a także (później) drukarek wierszowych i dalekopisów (służących jako urządzenia sterowania oraz wprowadzania i wyprowadzania danych). Liczne i ogromne szafy wymagały olbrzymich pomieszczeń. Pod ich panelami, uniesionej na kilkadziesiąt centymetrów podłogi, kryły się kilometry okablowania łączącego wszystkie zespoły szaf, a pod sufitem biegły kanały systemów odprowadzania ciepła i klimatyzacji. Ponieważ komputerem było w zasadzie całe pomieszczenie, to można powiedzieć, że informatycy i pracownicy obsługi pracowali nie tyle przy komputerze, co raczej w jego wnętrzu. Zadaniem, do których wykorzystywano pierwsze komputery, były wyłącznie obliczenia matematyczne i przetwarzanie liczb. Z tego powodu w Polsce komputery nazywano często maszynami matematycznymi, a nawet mózgiami elektronowymi.

Współczesnemu użytkownikowi smartfona lub cyfrowej lustrzanki, w której nawet obiektyw zawiera moduł pamięci z oprogramowaniem, może się wydać niewyobrażalne, że dawny komputer miał do dyspozycji pamięć operacyjną o pojemności rzędu kilobajtów (miliony razy mniejszej niż karty pamięci o pojemności np. 32 GB) i że zbudowana ona była z ferromagnetycznych pierścieni (wielkości ziarnka maku), z których każdy pozwalał na zapisanie tylko jednego bitu. Chcąc zbudować z nich moduł pamięci, łączono je, przewlekając przez otwór w każdym pierścieniu, ręcznie i pod lupą, trzy lub cztery cienkie jak włos druciki.

Pierwszy krok na drodze do powszechnej komputeryzacji poczyniono na początku lat 70. XX w. Było nim opracowanie i produkcja czterobitowych (do zastosowania w kalkulatorze), a następnie ośmiobitowych mikroprocesorów w postaci półprzewodnikowych układów scalonych. Zasadniczy przełom dokonał się w pod koniec tej dekady, gdy ośmiobitowe procesory wykorzystano do budowy niewielkich komputerów dla indywidualnego użytkownika, kosztujących około 100 \$. Na rewolucyjne przemiany cywilizacyjne wpłynęło jednak dopiero masowe upowszechnienie się w latach 90. komputerów osobistych oraz równoległe przebiegająca popularyzacja dostępu do usług i powiększających się lawinowo zasobów globalnej sieci Internet (por. Green, 1999). Ostatnie (jak dotąd) przyspieszenie, będące już istotnym wyróżnikiem kształtowania się społeczeństwa informacyjnego, umożliwiły urządzenia mobilne (note- i netbooki, palmtopy, smartfony, tablety) oraz szybki bezprzewodowy dostęp do zasobów Internetu poprzez sieć telefonii komórkowej UMTS (3G) i sieć Wi-Fi. Inną cechą społeczeństwa informacyjnego jest masowe tworzenie „osobistych” zasobów Sieci przez indywidualnych użytkowników i globalne ich udostępnianie oraz globalne usługi komunikowania. Te nowe usługi oraz formy aktywności i obecności w Sieci setek milionów użytkowników stworzyły nową jakość określaną jako Web 2.0 (por. De Kerckhove, 1996; De Kerckhove, 2001; Castells, 2008).

Równocześnie z rozwojem kolejnych generacji cyfrowych komputerów następowała, wspomniana i umożliwiająca tworzenie zasobów cyfrowych, cyfryzacja technologii poszczególnych rodzajów mediów i form komunikatów medialnych: mowy, tekstu, radia, telewizji oraz rejestracji, przetwarzania i montażu dźwięku, obrazu fotograficznego i wideo.

MEDIA ANALOGOWE I ICH OGRANICZENIA

Przekazywanie informacji za pomocą mowy pomiędzy ludźmi wchodzących w rolę nadawcy i odbiorcy początkowo odbywać się mogło jedynie w sposób bezpośredni, co wiązało się z koniecznością jedności czasu i miej-

sca. Nośnikiem dźwiękowych sygnałów informacyjnych komunikowanych w języku naturalnym, różnorodnych sygnałów, na przykład ostrzegawczych, oraz muzyki są fale akustyczne (fala mechaniczna podłużna – rozchodzące się drgania cząstek powietrza), słyszalne przez człowieka dla częstotliwości od 20 Hz do 20 kHz. Obraz rozmówcy, język jego ciała, gesty i mimika dostępne są za pośrednictwem światła, czyli percepowalnego za pomocą wzroku zakresu fal elektromagnetycznych odpowiadających widmu światła białego. Przewyciężenie wymogu jedności czasu i miejsca w komunikowaniu stało się możliwe dzięki wykorzystaniu poręcznych materiałów jako nośników rysowanych i malowanych obrazów, a z czasem także pisma i druku. Radzenie sobie z przekazem na odległość odbywało się jedynie poprzez zwiększenie natężenia sygnału: krzyk, trąby i bębny, duże obrazy sygnałowe na wysokich masztach.

W wieku XIX rozpoczęto fotograficzne rejestrowanie obrazów metodami fotochemicznymi na płytach szklanych i błonach fotograficznych, a później wykonywanie z nich papierowych kopii. Opanowanie energii elektrycznej umożliwiło wynalezienie telegrafu – przekazywanie tekstu za pomocą odpowiadających literom i cyfrom umownych znaków kodu Morse’a), a później telefonii, radia i telewizji. Dźwięk – fala akustyczna rozprzestrzeniającej się energii drgających cząstek powietrza początkowo rejestrowana była mechanicznie na wałkach (Edison) i krążkach płyt gramofonowych (rowek o wychyleniach odpowiadających częstotliwości i amplitudzie fali akustycznej), a później na taśmie magnetycznej. Rejestracja na taśmie celulooidowej ponad 16 obrazów fotograficznych na sekundę umożliwiła utrwalanie i odtwarzanie ruchomych obrazów. Narodził się film, początkowo utrwalany poprzez przesuwanie taśmy i jej zwijanie obrotami korbki – kręcenie filmu! Później standardem stał się napęd sprężynowy i elektryczny oraz tempo 24 klatek na 1 sek. filmu. Od początku XX w. zaczęły powstawać kina, a filmy od roku 1927 uzupełniane o rejestrację dźwięku stały się formą audiowizualną. Osobisty i bardziej masowy dostęp do mediów innych niż książka rozpoczął się od fotografii poprzez lekki przenośny aparat Kodaka. Telefony upowszechniły się w latach 20., a w latach 30. radio. Choć audiowizualna telewizja narodziła się jeszcze przed II wojną światową, to szeroko dostępna stała się dopiero w pierwszych dekadach po niej (por. Levinson, 2006).

Wszystkie te media były jednak analogowe. Pierwotny sygnał w postaci fali akustycznej (dźwięk) lub elektromagnetycznej (obraz) mógł być zamieniony w przetworniku na sygnał elektryczny i zapisywany lub przesyłany w sposób ciągły. W każdym momencie (punkcie na skali czasu) sygnał elektryczny odpowiadał częstotliwości i proporcjonalnie amplitudzie sygnału informacyjnego – dźwięku lub światła. Analogowość zapisów i przekazów

medialnych niosła z sobą pewne (teoretycznie) korzyści, takie jak dokładne odzwierciedlenie bodźca informacyjnego. Do dziś ceniony jest przez audiofilów dźwięk z winylowej płyty gramofonowej. Choć już analogowe media zaczęto uważać za „przedłużenia człowieka” (McLuhan, 1966) i to im zawdzięczamy to, że świat skurczył się do globalnej wioski (McLuhan, 1969), to z czasem użytkownicy zaczęli dostrzegać ograniczania wynikające z podatności analogowego sygnału na wszelkie możliwe zakłócenia i szумы prowadzące do degradacji sygnału poprzez zniekształcenia, praktycznie niemożliwe do uniknięcia i usunięcia. W analogowym zapisie fotograficznym i filmowym, rejestrowanym w światłoczułych warstwach taśmy, rozdzielczość warunkująca jakość obrazu wynikała z wielkości skupisk światłoczułych cząsteczek związków srebra i wiązała się z czułością – podatnością emulsji na zaświetenie. Im większa czułość, pozwalająca na fotografowanie przy słabszym oświetleniu, tym większe tzw. ziarno, czyli mniejsza szczegółowość i ostrość (rozdzielczość) obrazu. Pogarszająca się w trakcie używania (i przechowywania) jakość rejestracji na materiałach światłoczułych wynika z nietrwałości ich organicznego pochodzenia (żelatyna otrzymywana z kości zwierząt) i podatności na zarysowania oraz „korozję” biologiczną.

Z punktu widzenia twórców i użytkowników (odbiorców) komunikatów medialnych analogowość niosła z sobą dodatkowo niekorzystne konsekwencje wynikające z konieczności stosowania do ich tworzenia i eksponowania wielu różnorodnych urządzeń elektromechanicznych lub elektronicznych. Poszczególne rodzaje komunikatów: **tekst** (maszynopis, kserokopia, druk), **rysunek** (i inne obrazy graficzne oraz malarskie), **obraz fotograficzny** (na odbitkach lub przezrocach), **dźwięk** na płytach winylowych i taśmach (kasetach) magnetofonowych, **film** na taśmie filmowej (8 lub 16 mm) lub w zapisie magnetycznym na kasetach (VHS, S-VHS, VHS-C, Hi8 i in.) wymagały stosunkowo skomplikowanych technik i specjalistycznych technologii oraz urządzeń na wszystkich kolejnych etapach tworzenia lub rejestracji, przetwarzania (edycji i montażu), powielania i udostępniania (odtworzenia). Dodatkowe utrudnienia w powszechnym wykorzystywaniu wiązały się nie tylko z wysokimi kosztami zakupu urządzeń i materiałów eksploatacyjnych niezbędnych na różnych etapach do powstawania użytecznej wersji komunikatu, ale także z koniecznością przyswojenia sobie sporej wiedzy niezbędnej do posługiwania się wyspecjalizowanym sprzętem. Niemalym problemem zarówno w warunkach domowych, jak i szkolnych były utrudnienia czysto eksploatacyjne, konieczność przechowywania wielu specjalistycznych urządzeń do tworzenia komunikatów: maszyna do pisania, materiały do rysowania i malowania, powielacz, kserograf, magnetofon z mikrofonem, aparat fotograficzny, kamera filmowa (a także sprzęt oświet-

leniowy, statywy, ciemnia i sprzęt do obróbki fotochemicznej materiałów fotograficznych lub filmowych oraz tworzenia kopii), dalej urządzenia do eksponowania komunikatów: gramofon, magnetofon, wzmacniacz, kolumny głośnikowe, episkop, diaskop, grafoskop, projektory filmowe (8 mm i 16 mm), ekrany, radio, telewizor, magnetowid, rolety lub zasłony zaciemniające pomieszczenie. Wystarczy? A chyba nie wszystko wymieniliśmy.

Używanie tych urządzeń było szczególnie uciążliwe w sytuacjach edukacyjnych, a wiązało się nie tylko z kosztami zakupu, ale przede wszystkim z koniecznością każdorazowego: ustawiania, podłączania, przechowywania i serwisowania, ale przede wszystkim z koniecznością zdobycia umiejętności obsługi oraz kompetencji metodycznie i organizacyjnie sprawnego wykorzystywania ich w szkolnych warunkach na 45-minutowej lekcji. To te czynniki decydowały o niewielkim wykorzystywaniu w szkołach analogowych urządzeń i komunikatów medialnych innych niż drukowane.

CYFROWE KOMUNIKATY MEDIALNE – ICH WALORY I CECHY

Już we wstępie zwróciliśmy uwagę, iż przełomem w rozwoju komunikatów i komunikowania medialnego była ich cyfryzacja. To ona zadecydowała o rozwoju technologii informacyjnych (por. Simon, 1996) i możliwości dokonania się przemiany cywilizacyjnej podczas dwóch dekad. O ile prawie wszyscy nauczyciele urodzili się jeszcze w społeczeństwie przemysłowym i przyzwyczaili się do komunikatów analogowych oraz różnorodności medialnych urządzeń, to uczniowie i studenci są już dziećmi cyfrowymi z urodzenia (*digital natives*³). Dla nich podstawowym medium jest komputer z dostępem do sieci, synonimem encyklopedii nie opasłe tomisko, ale Wikipedia. Dostępna dla wszystkich „komórka” jest już nie tylko aparatem telefonicznym (por. Levinson, 2006), ale także: komunikatorem tekstowym i podręcznym notatnikiem, książką teleadresową i kalendarzem, dyktafonem, aparatem fotograficznym i kamerą filmową, a nawet zegarkiem i budzikiem. Jeśli ta „komórka” jest smartfonem, to z możliwościami poprzednich generacji telefonów komórkowych integruje funkcje, czyli podręcznych komputerów z szybkim bezprzewodowym dostępem do Sieci oraz z funkcją nawigacji GPS. W smartfonie najpełniej urzeczywistnia się idea konwergencji mediów. Urządzenia takie, radzące sobie ze wszystkimi formami komunikatów medialnych, można uznać za pierwszy istotny krok ku wszechobecnej komputeryzacji: *u-computing* i wszechobecnemu uczeniu się: *u-learning* (por. Cope, Kalantzis, 2009).

³ M. Prensky, 2006. *Don't Bother Me Mom – I'm Learning*. Paragon House.

Tym co charakteryzowało medialne systemy (komunikaty i urządzenia analogowe, była wskazana powyżej odrębność nośników oraz metod: rejestracji, przetwarzania, przesyłania i eksponowania (udostępniania) dla każdego rodzaju i formy komunikatu medialnego, co skutkowało wielością urządzeń i koniecznością. Przetwarzanie analogowych sygnałów źródłowych do postaci cyfrowej, czyli ich cyfryzacja, za pomocą odpowiednich dla każdej z form medialnych przetworników A/C umożliwia uzyskanie binarnych sygnałów cyfrowych, które dalej można zapisywać na takich samych nośnikach, przetwarzając za pomocą takich samych urządzeń (choć różnych programów, takich jak edytory: tekstu, obrazu, dźwięku, video), przesyłać na dowolne odległości (dzięki możliwości regeneracji sygnału binarnego) za pomocą tych samych sieci przesyłowych. Poza najczęściej wykorzystywanymi obrazem i dźwiękiem cyfryzacji podlega także ruch (myszki, dżojstika, kierownicy itp.), a nawet zapach i smak⁴.

Dla wygody korzystania z cyfrowych komunikatów medialnych niebagatelne znaczenie ma także to, że zarówno poszczególne komunikaty, jak i zasoby cyfrowych mediów można łatwo przeszukiwać poprzez (w uproszczeniu) porównywanie ciągu bitów odpowiadających wyszukiwanej informacji z ciągami bitów zapisanych na dowolnym nośniku dostępnym w danym systemie. Nie zależy to już dziś od tego, czy szukamy określonej frazy w jakimś tekście własnym (zapisanym na osobistym komputerze) lub w dowolnym tekście (zapisanym gdziekolwiek na świecie, na dowolnym i nieznanym nam komputerze podłączonym i udostępnionym poprzez sieć Internet). Różne komunikaty medialne kodowane są przez oprogramowanie w sposób charakterystyczny (najczęściej znormalizowany) dla danego ich rodzaju, np.: dla tekstu - .txt, .rtf, .doc; dla grafiki rastrowej - .bmp, .gif; dla fotografii - .jpg, .raw, .tif; dla dźwięku - .mp3, .wav; dla wideo - .avi, .wmv; itp. Pliki odpowiadające określonym komunikatom, które mają być przesyłane poprzez Sieć, są oczywiście dodatkowo kodowane i uzupełniane protokołami transmisji danych tak, aby zapewnić niezawodność ich przesyłania oraz odbioru (i zdekodowania) przez dowolne komputery pracujące pod różnymi systemami operacyjnymi. Cyfrowy zapis, odpowiadający jakiemuś komunikatowi medialnemu po jego odczytaniu z nośnika lub odebraniu transmisji, aby był dostępny ludzkim zmysłom, musi być z powrotem zamieniony na odpowiednią postać analogową, na przykład obraz lub dźwięk.

O ile dla mediów analogowych różne urządzenia wyposażane były zarówno po stronie wejścia, jak i wyjścia w odrębne przetworniki, to cyfryza-

⁴ <http://pdaclub.pl/index.php?view=article&catid=56:technologie&id=9883:cyfrowy-zapach-i-smak&option=com_content&Itemid=103>.

cja umożliwiła ich ujednoczenie. W smartfonie telefon i dyktafon korzystają z tego samego mikrofonu i słuchawki lub głośnika, podobnie aparat fotograficzny i kamera filmowa z tego samego obiektywu z przetwornikiem obrazu oraz wyświetlacza. Projektor video podłączony do wyjścia HDMI komputera umożliwia prezentację zarówno tekstu, wykresów, fotografii, jak i filmu, zastępując: tablicę, rzutnik pisma, plansze, diaskop i projektor filmowy.

Omówiliśmy niektóre z korzyści, jakimi charakteryzują się media cyfrowe, ale nadal pozostaje odpowiedzieć na zasadnicze pytanie. Jakież to właściwości komunikatów w postaci cyfrowej wpływają na to, że zastąpiły one wszystkie rodzaje i systemy (telefonii, radiofonii, telewizji) mediów analogowych? Co jest w mediach cyfrowych tak charakterystycznego, że doprowadziły one do cywilizacyjnej transformacji w wyniku między innymi powstania wirtualnego środowiska, w którym możliwe stało się nie tylko zawieranie wirtualnych i podtrzymywanie wcześniejszych (z realu) znajomości towarzyskich, ale przede wszystkim świadczenie i korzystanie z różnorodnych usług, na przykład handlu, bankowości czy wreszcie edukacji?

Otóż możliwości i potencjał nowych technologii wynikają wprost z cech informacji zapisanych w postaci cyfrowej, odróżniających je jakościowo od zapisów analogowych. W. Cellary (2002) zaproponował wyróżnienie następujących cech: transformowalność, transmitowalność, replikowalność i niezniszczalność.

Można oczywiście zauważyć, że pod pewnymi warunkami cechy te odnosiły się w jakimś stopniu także do tradycyjnych, analogowych form informacji. Należy jednak zwrócić uwagę na odnoszące się do dawnych technologii istotne ograniczenia wynikające choćby z konieczności poniesienia dużych nakładów pracy oraz środków finansowych i technicznych, na przykład na ponowne wydanie zaktualizowanej książki. Zanim omówimy cechy informacji cyfrowej i nowe możliwości, jakie pojawiają się w związku z nimi dla edukacji, zwróćmy uwagę, że niewątpliwym walorem cyfrowych technologii towarzyszą większe niż dawniej problemy i ograniczenia formalnoprawne oraz etyczno-moralne związane z zabezpieczeniem praw autorów i dysponentów informacji oraz z, często naruszającymi je, postawami odbiorców i użytkowników informacji. Z cech informacji w postaci cyfrowej wynikają bowiem nie tylko ogromne korzyści, ale i nieznane dawniej możliwości dokonywania nadużyć oraz naruszania norm i przepisów odnoszących się do korzystania z: prywatnych, korporacyjnych, publicznych i państwowych zasobów zgromadzonych danych. Tych wątków, a także innych związanych między innymi z problematyką ograniczania dostępu do określonych treści oraz możliwości upowszechniania treści społecznie szkodliwych, nie będziemy w tym miejscu poruszać.

Transformowalność

Przypomnijmy, że zapis cyfrowy oznacza zapisanie dowolnej informacji w postaci ciągów bitów złożonych jedynie z dwóch znaków – 0 i 1, których elektryczną reprezentacją jest wystąpienie w bardzo krótkich przedziałach czasu odpowiednio zerowego lub określonego, większego od zera, poziomu napięcia reprezentującego jedynkę (najczęściej mieszczącego się od 1,5 do 5 V, w zależności od systemu). Odpowiednie przetworzenie (cyfryzacja) i zakodowanie dowolnej pierwotnej formy komunikatu: tekstu, obrazu, dźwięku, filmu, ale także sygnałów reprezentujących inne doznania zmysłowe w postaci określonych ciągów bitów pozwala na ich zapisywanie na tych samych nośnikach oraz przesyłanie w tych samych sieciach. Jeśli informację zakodujemy w określony znany (oprogramowaniu) sposób, to możemy ją później w dowolny sposób przekodowywać, powracając ostatecznie do pierwotnej postaci analogowej dostępnej ludzkim zmysłom. Cechę tę określono jako **transformowalność**. Oznacza ona możliwość dokonywania łatwo i tanio ingerencji zarówno w treść, jak i formę komunikatu, na przykład wnoszenie poprawek w tekście, uzupełnianie go o ilustracje, dźwięki itp., oraz zmiany struktury komunikatu, np.: przestawianie akapitów, odwołań hipertekstowych, kadrowanie obrazu, przemontowywanie filmu (por. Coorough, Shuman, 2006).

Dla edukacji (choć nie tylko) istotną korzyścią wynikającą z tej cechy będzie możliwość tworzenia różnych wariantów pierwotnego komunikatu z przeznaczeniem dla uczących się o różnym poziomie przedwiedzy, różnych preferencjach sensorycznych, różnym poziomie kompetencji w zakresie języka naturalnego (łącznie z tłumaczeniami na różne języki naturalne) i języków innych mediów. Przykładami mogą być wersje książek o łatwiejszym słownictwie (np. poprzez wykorzystanie, za pomocą funkcji edytora tekstu, bardziej powszechnie stosowanych synonimów), uproszczenie poprzez inny montaż struktury filmu, wprowadzenie pętli lub powtórzeń, przetworzenie utworu muzycznego poprzez wyciszenie fragmentów innych niż temat główny, aby na przykład stał się on łatwiejszy w percepcji itp. Najprostszym przykładem walorów transformowalności komunikatu w postaci cyfrowej dla procesu uczenia się może być pisanie tekstu. Porównajmy pisanie tekstu, na przykład listu, piórem na papierze z pisanem go za pomocą edytora komputerowego, niezależnie, czy byłby następnie drukowany i wysłany pocztą tradycyjną czy elektroniczną. Każda poprawka lub uzupełnienie tekstu w wersji analogowej (na papierze) wymaga, choćby ze względów estetycznych, jego przepisania odręcznego lub na maszynie. Tekst elektroniczny można, jak czytelnik doskonale zdaje sobie sprawę, w dowolny sposób przeredagowywać, aby wersja końcowa w optymalny

sposób oddawała myśli i zamierzenia autora. Dzisiejsi nauczyciele języka polskiego niekiedy nie mogą (najczęściej z braku dostępu do szkolnych komputerów), ale częściej nie chcą (z braku własnych kompetencji) wykorzystywać możliwości edytorów do wspomagania uczniów w kształtowaniu umiejętności tworzenia zwięzłych i oddających myśli tekstów. Nie chcą korzystać z walorów transformowalności tekstów cyfrowych, upierając się przy papierowych zeszytach cofających edukację do początków minionego stulecia. Innym przykładem korzyści wynikających z transformowalności są możliwości przetwarzania danych liczbowych w wykresy (np. w *Exelu*) czy stosunkowo łatwego poprawiania fotografii, choćby za pomocą narzędzi dostępnych on-line. Na wyższym poziomie transformowalność oznacza możliwość tworzenia z różnych form komunikatów złożonych struktur multimedialnych, na przykład prezentacji wspomagających strukturyzowanie wiedzy i ułatwiających jej komunikowanie innym zainteresowanym. Dalej wreszcie, każdy, także uczący się, może w dowolny sposób generować, przetwarzać i zapisywać komunikaty stanowiące na przykład jego osobiste notatki w dowolnej formie medialnej i strukturyzować je w wybrany, specyficzny dla siebie sposób, tworząc swego rodzaju elektroniczne portfolio (e-portfolio) dokumentujące ścieżkę jego dochodzenia do wiedzy (por. Kąkolewicz, 2002, 2010). Kolejną korzyścią, także dla edukacji, wynikającą z transformowalności i możliwości zapisu na nośnikach cyfrowych jest praktycznie pomijalne znaczenie kosztów nośnika, na którym dokonuje się zapisu kolejnych wersji, co zdecydowanie zachęca do korzystania z możliwości transformowania, czyli przetwarzania komunikatów.

Transmitowalność

Kolejną cechą wyróżniającą informacji cyfrowych, a wynikającą z ich jednolitej postaci zero-jedynkowej jest **transmitowalność**. Oznacza ona możliwość przesyłania informacji cyfrowych w postaci sygnałów – impulsów elektrycznych lub świetlnych w dowolnych sieciach teleinformatycznych. Należy to rozumieć nie tylko jako możliwość przekazania ich wybranemu adresatowi, ale także zdalne uzyskiwanie dostępu do, dowolnych i udostępionych w skali globu, zasobów informacji cyfrowych w celu ich zdalnego lub lokalnego (po „ściągnięciu”) przetwarzania (transmitowalność + transformowalność). Z transmitowalności wynika więc możliwość rozpowszechniania dowolnych informacji, także treści edukacyjnych, czyli umożliwienie (bezpłatnego lub płatnego) dostępu do informacji zapisanych w komputerach podłączonych do sieci wszystkim potencjalnie zainteresowanym.

Dla edukacji, niezależnie, czy myślimy o kształceniu tradycyjnym, samokształceniu czy kształceniu zdalnym, transmitowalność oznacza, że dowolny komunikat zapisany na serwerze podłączonym do sieci może być, oczywiście za zgodą dysponenta, dostępny dla wszystkich zainteresowanych, czyli każdego uczącego się z dowolnego miejsca na świecie. Warunkiem jest dostęp do globalnej Sieci. Z tej cechy wynika także możliwość cyfrowej komunikacji interpersonalnej niezależnie od odległości i miejsca pobytu osób pragnących komunikować: tekstem, głosem, obrazem lub wideotelefonicznie. Zawsze możliwa jest konsultacja i wymiana myśli pomiędzy uczestnikami procesu edukacyjnego. Jedynym ograniczeniem są strefy czasowe lub warunki akceptacji komunikowania przez całą dobę przez zainteresowanych.

Jedną z najprostszych korzyści wynikających z transmitowalności jest możliwość globalnego prowadzenia rozmów i przesyłania SMS-ów lub MMS-ów, bardziej uniwersalną – korzystanie z elektronicznych wersji czasopism lub e-booków, udostępnianych przez cyfrowe, sieciowe biblioteki lub kupowane z dowolnego miejsca na świecie i ściągane na czytniki, na przykład Kindle lub iPad wszędzie tam, gdzie mamy dostęp do sieci GSM lub wi-fi. Inną możliwością jest zdalny dostęp do własnego szkolnego lub uczelnianego komputera i jego zasobów, na przykład do zasobów platform e-learningowych, ale także możliwość zdalnej pracy (telnet – telenetworking) na dowolnym komputerze, do którego mamy prawo dostępu.

Replikowalność

Możliwość dokonywania kopii komunikatów medialnych zapisanych cyfrowo (odpowiadających im plików) bez straty jakości wynika z **replikowalności** informacji cyfrowych. Cyfrowa kopia jest repliką, ponieważ ma jakość oryginału i jest z nim identyczna. Łatwość dokonywania replik idąca w parze z bardzo niskimi kosztami nośników (w stosunku do pojemności) informacji cyfrowej umożliwia niezniszczalność informacji cyfrowych.

Dla edukacji niezaprzeczalnym walorem jest możliwość udostępnienia każdemu uczącemu się informacji w ich oryginalnej postaci. Każdy może mieć lokalny dostęp do pierwotnej wersji w celu na przykład dokonywania transformacji komunikatu, dokonywania indywidualnej ingerencji w treść i/lub formę komunikatu, służącej na przykład do przystosowania go do indywidualnych potrzeb. Właśnie z replikowalności informacji cyfrowych, czyli możliwości tworzenia kopii bez zgody właścicieli praw majątkowych, wynika wiele problemów etycznych oraz prawnych związanych z naruszeniem praw autorskich i plagiatami. O ile cyfrowe wersje utworów muzycznych zapisywanych na płytach CD można kopiować i transformować na

przykład do formatów wykorzystywanych na przenośnych odtwarzaczach (iPod itp.) stosunkowo łatwo, to filmy zapisywane w formatach MPEG2 lub w formatach HD na płytach DVD i BD są zabezpieczane przed prostym przegrywaniem i tworzeniem replik. Oczywiście dostępne są programy, które pozwalają to robić. Z cyfrowych źródeł sygnału radiowego lub telewizyjnego można samodzielnie i z łatwością dokonywać nagrań audio lub wideo i zapisując repliki, tworzyć w ten sposób bezpłatnie domowe audio lub wideoteki, obejmujące między innymi materiały, które można wykorzystywać choćby w samokształceniu. Replikowalności zawdzięczamy wreszcie możliwość wykonywania kopii samodzielnie wytworzonych materiałów medialnych. Repliki na przykład samodzielnie zrobionych fotografii możemy wykonać na własne potrzeby i wykorzystać do dalszego przetwarzania (np. retuszu w programie typu *Photoshop* lub *Gimp*) albo prostego zmniejszenia rozdzielczości (i wielkości pliku) w celu umieszczenia ich w sieciowym serwisie fotograficznym typu fotka.pl lub flickr.com. Replikowalności zawdzięczamy to, że zachowując własny plik na twardym dysku swojego komputera, możemy stworzyć zapasową kopię bezpieczeństwa na innym nośniku (np. DVD-R), a kolejną kopię umieścić na serwerze sieciowym tak, aby była dostępna dla zainteresowanych z całego świata. Każdy może być twórcą i umożliwić globalnym odbiorcom zapoznanie się z własnymi dziełami.

Łatwość ściągania replik – kopii plików cyfrowych, stanowiących część lub całość cudzych dzieł, określana żargonowo metodą kopiuj/wklej (por. Mikołajewska, 2010), jest powodem najczęstszych wykroczeń przeciwko etyce edukacji polegających nie tylko na ściąganiu wypracowań i zadań domowych (ze specjalnych serwisów, np. www.sciaga.pl), prac zaliczeniowych czy nawet całych prac licencjackich lub magisterskich. Plaga plagiatów spowodowała, że autorzy prac dyplomowych zobowiązani są do składania oświadczeń o autorstwie pracy z jej kopią cyfrową, którą uczelnie wyższe wykorzystują do weryfikacji autentyczności pracy za pomocą specjalnych programów antyplagiatowych. Trzeba ze wstydem przyznać, że „choroba” ściągania dotyczy także nielicznych pracowników nauki. Można powiedzieć, że w przypadku plagiatów, poza lenistwem lub brakiem zdolności autora – złodzieja, winę ponosi replikowalność.

Ostatnią z podstawowych analizowanych cech informacji cyfrowych jest **niezniszczalność**. Wynika ona z tego, iż informacja na nośniku cyfrowym nie ulega degradacji pod wpływem czasu ani żadnych innych czynników fizycznych i biologicznych. Niezniszczalność dodatkowo wzmacniana jest przez replikowalność, ponieważ tanie miniaturowe nośniki, jak karty mikroSD, pendrajwy lub niewielkie twarde dyski o ogromnej, liczonej w setkach GB lub pojedynczych TB, pojemności pozwalają tworzyć identyczne

kopie, które można przechowywać w różnych odpowiednio bezpiecznych warunkach. Dla edukacji oznacza to, że nawet w przypadku utraty swojej kopii uczący się może natychmiast i w dowolnym miejscu odzyskać „nowy egzemplarz” oryginału, nawet jeśli będzie odpowiednio zapobiegliwy – kopii swoich własnych cyfrowych notatek.

Jako pochodne omówionych cech podstawowych można także wskazać dodatkowe bardzo ważne dla edukacji cechy, mianowicie – dostępność i wyszukiwalność. **Dostępność**, wynikająca bezpośrednio z transmitowalności, ma wprost wpływ na pojawienie się nowej formy edukacji określanej w literaturze jako u-learning, oznaczającej możliwość uczenia się w dowolnym miejscu i czasie, wszędzie tam, gdzie dzięki niewielkiemu komputerowi przenośnemu (smartfon, palmtop lub tablet) oraz bezprzewodowemu dostępowi do zasobów i usług komunikacyjnych Sieci. Uczący się może zaspokajać swoją ciekawość poznawczą poprzez dostęp w dowolnej sytuacji do dowolnej informacji, której potrzebuje, z dowolnego sieciowego źródła, ale także do innych zainteresowanych dzieleniem się wiedzą na dowolnym poziomie oraz do nauczyciela – mistrza, w celu konsultacji i konfrontacji swoich refleksji rodzących się w procesie uczenia się, lub tutorów i ekspertów, którzy mogą udzielić konsultacji oraz dostarczyć sprzężenia zwrotnego uczącemu się. **Wyszukiwalność** z kolei oznacza możliwość łatwego i szybkiego wyszukania w globalnym zbiorze dowolnej informacji poprzez określenie jej fragmentu lub cech szczególnych. Wyszukiwanie sprowadza się do porównywania określonego ciągu bitów. Wyszukiwać można informację niezależnie od jej formy. Można wyszukiwać zarówno całe dzieła, ich funkcjonalne części (całostki), jak i dowolne elementy w ich obrębie. Dla edukacji oznaczać to będzie możliwość przeszukiwania dzieła i bezpośredni dostęp do całostek (np. wyszukiwanie cytatu, frazy, ujęcia) oraz pojedynczego elementu, na przykład słowa.

CYFRYZACJA JAKO CZYNNIK WYMUSZAJĄCY PRZEMIANY EDUKACYJNE

Gdy myślimy o edukacji, rzadko uświadamiamy sobie, że zawsze jej organizacja i przebieg uwarunkowane były poziomem aktualnie dostępnych technologii. Kolejne zmiany w utrwalaniu ludzkiej myśli służącej dzieleniu się wiedzą zawsze związane były z technologiami medialnymi: pisma, druku, fotografii, telefonu, radia, telewizji i wreszcie komputera. Jako uniwersalne narzędzie przetwarzające cyfrowo reprezentowane informacje komputer zawłaszczwał coraz to nowe obszary tradycyjnych mediów, by w końcu rozdzielić, a może jeszcze bardziej połączyć ucznia i nauczyciela.

Technologie cyfrowe umożliwiające wyszukiwanie i dostęp oznaczający wyświetlenie dowolnej informacji na ekranie podręcznego komputera na każdy temat zmieniły w ciągu jednej – pierwszej dekady XXI w. – nasze myślenie o dostępie do treści mogących stanowić źródła wiedzy i stały się podstawą upowszechniania się kształcenia zdalnego on-line oraz nowych metod samokształcenia i dzielenia się wiedzą przez współzainteresowanych. Dostępność e-edukacji, a szczególnie kształcenia on-line wymaga rozwijania nowych kompetencji (por. Trilling, Fadel, 2001) i wiąże się, w sposób dziś jeszcze nie do końca akceptowalny, z koniecznością i nieuchronnością zdecydowanej zmiany roli nauczyciela, zmianą systemów edukacyjnych (por. Collins, Halverson, 2009; Bonk, 2009) oraz edukacyjnych paradygmatów (por. Kąkolewicz, 2011).

LITERATURA

- Bonk C.J. 2009. *The World is Open, How Web Technology is Revolutionizing Education*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Castells M. 2008. *Spółczesność sieci*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Cellary W. 2002. *Przemiany gospodarcze*, [w:] W. Cellary (red.), *Polska w drodze do globalnego społeczeństwa informacyjnego*. UNDP Polska, <<http://www.undp.org.pl/pl/publikacje.php?id=155>> [20.01.2006], rozdz. 19, 22.
- Collins A., Halverson R. 2009. *Rethinking Education in the Age of Technology*. Teachers College Press, New York, London.
- Coorough C., Shuman J. 2006. *Multimedia for the Web Revealed. Creating Digital Excitement*. Thomson Course Technology, Boston.
- Cope B., Kalantzis M. 2009. *Ubiquitous Learning*. Univ. of Illinois Press, Chicago.
- De Kerckhove D. 1996. *Powłoka kultury*. Mikom, Warszawa.
- De Kerckhove D. 2001. *Inteligencja otwarta*. Mikom, Warszawa.
- Green J.O. 1999. *Nowa era komunikacji*. Pruszyński i S-ka, Warszawa.
- Kąkolewicz M. 2002. *Zewnętrzne struktury wiedzy – nowa strategia uczenia się*, [w:] W. Strykowski, W. Skrzydlewski (red.), *Media i edukacja*. Wyd. eMPI², Poznań.
- Kąkolewicz M. 2010. *Koncepcja zewnętrznych reprezentacji struktur wiedzy jako szczególny przypadek e-portfolio*, [w:] M. Dąbrowski, M. Zajac (red.), *E-learning w szkolnictwie wyższym – potencjał i wykorzystanie*. Fundacja Promocji i Akredytacji Kierunków Ekonomicznych, Warszawa.
- Kąkolewicz M. 2011. *Technologie informacyjne a konieczność zmiany paradygmatów edukacji*, [w:] M. Dąbrowski, M. Zajac (red.), *Materiały z VII Konferencji: „Rozwój e-edukacji w ekonomicznym szkolnictwie wyższym”*. Fundacja Promocji i Akredytacji Kierunków Ekonomicznych, Warszawa [w druku].
- Levinson P. 2006. *Miękkie ostrze, czyli historia i przyszłość rewolucji informacyjnej*. Muza SA, Warszawa [oryg. 1997].
- Levinson P. 2006. *Telefon komórkowy, jak zmienił świat najbardziej mobilny ze środków komunikacji*. Wyd. Muza, Warszawa.

- McLuhan M. 1966. *Understanding Media: the Extension of Man*. McGraw-Hill, New York [pol. wyd.: *Zrozumieć media. Przedłużenia człowieka*. WNT, Warszawa 2004].
- McLuhan M. 1969. *The Gutenberg Galaxy*. Signet Books, New York [1. wyd. Univ. of Toronto Press, 1962, por. także: McLuhan M. 2001. *Wybór tekstów*. Wyd. Zysk i S-ka, Toronto].
- Mikołajewska B. 2010. *Pokolenie kopiuj – wklej*. *Polityka*, nr 21(2757) z dnia 2010-05-22, 34–39 [także: <<http://archiwum.polityka.pl/art/pokolenie-kopiuj-wklej,428043.html>>].
- Prensky M. 2006. *Don't Bother Me Mom – I'm Learning*. Paragon House, St. Paul, Minnesota.
- Simon J.C. 1996. *Understanding and Using Information Technology*. West Publ. Company, St. Paul, Minnesota.
- Trilling B., Fadel Ch. 2009. *21st Century Skills. Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Turski W.M. 1985. *Propedeutyka informatyki*. PWN, Warszawa.
- Zbiory fotografii Biblioteki Kongresu USA, <<http://www.loc.gov/pictures/>>.
- Zbiory fototeki Filmoteki Narodowej w Warszawie, <<http://fototeka.fn.org.pl/strona/baza-filmow.html>>.