

Andrzej **Korczyński**, Iwona **Ludomirska**,  
Romuald **Żyła** Z doświadczeń  
zastosowania systemu komputerowego  
DYSKCHEM w dydaktyce podstaw  
chemii w szkole wyższej

W artykule omówiono zagadnienie konstrukcji i przydatności testów komputerowych do nauczania oraz sprawdzania wyników opanowania przez studentów poszczególnych grup zagadnień z dziedziny chemii ogólnej i nieorganicznej. Podstawą badań był opracowany przez autorów dydaktyczny system komputerowy DYSKCHEM, uruchomiony w pracowni studenckiej Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej na komputerach typu PC.

**W niniejszym opracowaniu** chcemy przedstawić nasze czteroletnie doświadczenia dotyczące zastosowania testów komputerowych w nauczaniu oraz sprawdzaniu wyników nauczania przedmiotu chemia ogólna i nieorganiczna, stanowiącego podstawowy przedmiot studiów na kierunku politechnicznym technologia chemiczna. Przedmiot ten obejmuje 90 godzin wykładu, 45 godzin ćwiczeń rachunkowych i 60 godzin zajęć laboratoryjnych na I roku studiów w Politechnice Łódzkiej, zajmując 27,5% czasu zajęć na tym roku.

Specyfikę rekrutacji stanowi obecnie przyjmowanie kandydatów głównie na podstawie konkursu świadectw, w wyniku czego duża część spośród 160 studentów I roku ma znaczne braki z matematyki, fizyki i podstaw chemii, a wybór kierunku był często przypadkowy lub uwarunkowany motywami pozamerytorycznymi. Niektórzy studenci nie zdawali matury z matematyki oraz mieli tylko niewielki kontakt z chemią w szkołach średnich o profilu humanistycznym, ekonomicznym lub zawodowym o zupełnie innym kierunku kształcenia. Sprawdzanie wiadomości studentów słabo przygotowanych jest bardzo czasochłonne i kłopotliwe ze względu na konieczność pisemnego poprawienia pracy, wykazania błędów, podania zarysu prawidłowej odpowiedzi, a także korekty błędów stylistycznych i ortografii. We współczesnej praktyce dydaktycznej pojawiło się nowe narzędzie, stosowane w wielu centrach kształcenia, którym są komputerowe testy nauczająco-sprawdzające. Według klasycznej definicji test jest to zbiór zadań przeznaczony do rozwiązania w toku nauczania jednego przedmiotu i dostosowany do określonej treści nauczania w taki sposób, aby z jego wyników można było ustalić, w jakim stopniu ta treść jest opanowana przez badanego (Niemierko 1975, s. 22).

Testy mają niezaprzeczalne zalety w porównaniu z klasycznymi metodami nauczania i sprawdzania wiadomości. Z najważniejszych zalet testów wymienimy możliwość równoczesnego sprawdzenia wiedzy wszystkich studentów z tego samego zakresu materiału, wyeliminowanie subiektywizmu w ocenie indywidualnych odpowiedzi, natychmiastowe powiadomienie studenta o wyniku sprawdzianu, możliwość wielokrotnego powtarzania testu i uczenia się na własnych błędach, odciążenie nauczyciela od czynności rutynowych i przesunięcie zaoszczędzonego czasu na nauczanie czynne, a także, co warto podkreślić, test komputerowy stanowi uatrakcyjnienie zajęć oraz element zachęcający do pracy zarówno z podręcznikiem, jak i za stołem laboratoryjnym. Zadania testowe są przedstawiane drukiem lub graficznie, wymagają więc od autora precyzyjnego określenia i powiązania z treścią wykładu, gdyż – co się często zdarza – mogą być od razu poddane krytyce i werfikacji. Natomiast pytania ustne nie są rejestrowane, nie mogą być przedmiotem dyskusji, trudno także ocenić poprawność ich sformułowania.

Oczywiście testy mają ograniczenia i wady, do których należy encyklopedyczny charakter sprawdzanej wiedzy oraz utrudnienie syntetyzowania nabytych wiadomości, a także – w przypadku testów z chemii – niemożliwość sprawdzenia umiejętności zapisywania reakcji chemicznych. Wady te można zminimalizować przez odpowiednią konstrukcję materiału zawartego w blokach testowych. Niewątpliwą przeszkodą w powszechnym stosowaniu testów komputerowych jest koszt zakupu bazy technicznej oraz stworzenie lub zakup oprogramowania i odpowiednie wyposażenie wydzielonej pracowni komputerowej. Jednak możliwość wieloletniego stosowania wyposażenia oraz łatwość w modyfikacji treści testowych, a także oszczędność czasu nauczyciela czynią z testu komputerowego narzędzie o wysokich walorach ekonomicznych, mogące korzystnie obniżyć koszty kształcenia.

## Konstrukcja testów a cele nauczania

Test powinien trafnie określić osiągnięcia studenta w zakresie objętego nim zbioru zagadnień, a zwłaszcza wskazać, czy w obszarze wiedzy encyklopedycznej została opanowana znajomość faktów, terminologii, pojęć, praw, zasad i reguł chemicznych, nomenklatury pierwiastków i związków, reguł klasyfikacyjnych oraz wykonywania w pamięci prostych obliczeń chemicznych. Oprócz stosowania wiadomości w sytuacjach typowych test powinien sprawdzać umiejętność zapisu i odczytania równań reakcji chemicznych, przewidywania wyniku reakcji, projektowania eksperymentów oraz oceny ich wyników. Ponadto test powinien kształcić zdolności rozumowania, porównywania zjawisk i syntezy wniosków uogólniających. Test, rozumiany jako narzędzie nauczania powinien, oprócz prostego zapamiętywania wiadomości, wdrażać do ich zrozumienia i sprzyjać zastosowaniu wiedzy teoretycznej w sytuacjach nietypowych i problemowych. Z tymi ostatnimi mamy do czynienia w testach pomocniczych w pracowni chemii ogólnej i chemii analitycznej jakościowej (Czupiał 1997, s. 38–52).

Stosowane przez nas testy miały charakter sprawdzający, nie zaś różnicujący ze względu na osiągnięcia poszczególnych studentów. Oddzielne bloki pytań reprezentowały wymagania programowe przedmiotu chemia ogólna i nieorganiczna. Obecnie funkcjonuje wiele odmian zadań testowych (Hedges 1968), z których wybraliśmy do naszego systemu typ zadania zamkniętego: oprócz tekstu zadania student otrzymuje gotową odpowiedź, którą musi odszukać wśród innych prawdopodobnych rozwiązań. Zastosowaliśmy zadania wyboru czterokrotnego, zawierające oprócz trzonu odpowiedź właściwą i trzy dystraktory. Spośród zadań testu około 50% stanowiły zadania polegające na wyborze jednej poprawnej odpowiedzi, 20% zadań polegało na identyfikacji kilku poprawnych odpowiedzi z podanego zbioru, 10% zadań stanowiły zadania na przyporządkowanie, 10% – zadania typu prawda-fałsz i 10% zadania z luką do uzupełnienia według danego wzoru. Testy tego rodzaju mogą być wykorzystane do sprawdzania wiedzy chemicznej zarówno z zakresu wykładu, jak i ćwiczeń w pracowni chemicznej. Mogą ponadto być przedstawione z wykorzystaniem rysunków, zestawień oraz schematów zastępujących opis. Zadania wyboru wielokrotnego są dość wszechstronne, jednak przełożenie treści chemicznych na odpowiednie zadania jest trudne, wymaga bowiem praktyki w nauczaniu przedmiotu oraz świadomości głównych przeszkód w jego opanowaniu przez uczących się. Wadą techniczną testów jest niemożliwość uczenia i sprawdzania pisania reakcji chemicznych oraz przedstawiania wzorów strukturalnych – co realizujemy dodatkowo w trakcie kolokwium i sprawdzianów pisemnych. Wadą psychologiczną testów jest ograniczenie możliwości odpowiedzi studenta ramami, jakie nadano konkretnemu zadaniu i niemożliwość wykazania się szerszą wiedzą. Ponadto testy umożliwiają uzyskanie pewnej liczby punktów w wyniku trafnego zgadywania, jednak nie ma to istotnego wpływu na ich przydatność taksacyjną, jeżeli sprawdzian obejmuje znaczną liczbę zadań.

### Charakterystyka techniczna systemu komputerowego DYSKCHEM

System oparliśmy na programie komputerowym TEST (por. Korczyński, Ludomirska 1994). Dla poprawnego działania system ten potrzebuje MS DOS w wersji co najmniej 3.3 oraz przynajmniej 512 KB pamięci RAM. Aby w pełni wykorzystać walory systemu oraz

uczynić naukę przyjemną i mało nużącą nieodzowne są karta graficzna SVGA i monitor kolorowy. Program może pracować na dyskietce typu HD o pojemności 1,44 MB lub korzystać z dysku twardego o niewielkiej nawet pojemności. Program napisano w języku PASCAL w wersji 5.50, przy wykorzystaniu własnych bibliotek procedur graficznych i tekstowych. W wersji źródłowej program wraz z bibliotekami składa się z około 3000 linii, natomiast w wersji nieskompresowanej zajmuje na dysku około 50 kB, co stanowi rezultat bardzo ekonomiczny z punktu widzenia wykorzystania pojemności komputera. Stopień zajęcia dysku przez bloki testowe zależy od ich rozmiarów, a przeciętna średnia zajętość wynosi 20 kB. Treść pytań i odpowiedzi jest zapisana na dysku w postaci zaszyfrowanej, ze zmiennym kluczem, aby uniemożliwić podglądanie przez zdających w razie zastosowań sprawdzianowych. Dekodowanie jest wykonywane podczas działania programu lub przez osobny podprogram KODER3.EXE. Opracowywanie bloków z pytaniami odbywa się standardowym edytorem tekstów, np. Nortonem, po uprzednim uruchomieniu programów KBDPLC.SYS oraz LITER.Y.EXE, które umożliwiają wprowadzenie z klawiatury polskich liter oraz górnych i dolnych indeksów cyfrowych istotnych dla zapisu wzorów związków i reakcji chemicznych. Przy zapisywaniu pytań testowych korzystaliśmy ze specjalnie opracowanych trzech form okienek: poziomej – zawierającej 4 pola o wymiarach 3 linie po 72 znaki, zwykle przydatnej dla dłuższych pytań i odpowiedzi, pionowej – zawierającej 4 pola (kolumny) o wymiarach 12 linii po 17 znaków w wierszu, stosowanej do odpowiedzi wymagających wyliczenia oddzielnych słów lub symboli, oraz z formy okienkowej – zawierającej 4 okienka o wymiarach 7 linii po 37 znaków. Każde okienko jest wyraźnie oznaczone numerem, co pozwala studentowi jednoznacznie skojarzyć numer z odpowiedzią.

### **Cechy programu TEST istotne dla konstrukcji bloków i funkcji operacyjnych oraz tworzenie bloków testowych**

Blok testowy stanowi zbiór zadań dotyczących określonej tematyki. Po wybraniu katalogu, do którego wpisujemy blok, zakładamy plik oznaczony tytułem testu ograniczonym do 8 liter (np. test „budowa atomu” skracamy w tytule do BUDATOMU). W pliku w pierwszej linii wpisujemy pełną nazwę testu, która będzie wyświetlona dla zdającego na pierwszej stronie, następnie określamy liczbę zadawanych pytań oraz podajemy czas w minutach, a na koniec maksymalnie 10-stopniową skalę punktową ocen. Jeżeli osoba układająca test nie skorzysta z własnej skali, program automatycznie wprowadzi następującą skalę standardową: 95–100% odpowiedzi poprawnych – ocena 5; 87–94% odpowiedzi poprawnych – ocena 4,5; 79–86% odpowiedzi poprawnych – ocena 4; 71–78% odpowiedzi poprawnych – ocena 3,5; 55–70% odpowiedzi poprawnych – ocena 3 i 0–54% odpowiedzi poprawnych – brak zaliczenia. Następnie zapisujemy numer prawidłowej odpowiedzi, wpisujemy tekst zadania o długości do 240 znaków oraz w kolejnych wierszach odpowiedzi i dystraktory o długości do 240 znaków każdy. Blok testowy może być przerabiany, uzupełniany i modyfikowany zależnie od potrzeb i zakresu nauczania. Test ma zatem charakter otwarty oraz może służyć do nauczania i kontroli wyników w różnych przedmiotach (fizyka, informatyka, historia). Specjalna procedura służy do sprawdzenia formalnej poprawności struktury zapisu i kontroli funkcjonowania testu. W teście powinno być trzykrotnie więcej zadań niż będzie zadanych rozwiązującemu, gdyż program losuje pytania z większej puli, co stwarza

złudzenie niepowtarzalności pytań oraz utrudnia przekazywanie pytań i odpowiedzi między kolejnymi osobami zdającymi test.

## **Praca z blokiem testowym – sprawdzian**

Korzystający z bloku testowego wybiera z katalogu testów zadany lub wybrany blok i na pierwszej stronie odczytuje jego nazwę, liczbę pytań oraz łączny czas przeznaczony na odpowiedź. Następnie wpisuje imię, nazwisko i inne dane, np. numer albumu, grupę i rok. Po uruchomieniu testu odczytuje zadanie, wybiera odpowiedź uznaną za poprawną i wpisuje jej numer z klawiatury. Po zatwierdzeniu klawiszem „enter”, na ekranie pojawia się barwne podkreślenie odpowiedzi prawidłowej, a zróżnicowany sygnał akustyczny potwierdza rezultat testu. Jeżeli pytanie uważa się za zbyt trudne lub wymagające więcej czasu do namysłu, można je odesłać na koniec listy pytań klawiszem „esc”. Losowanie pytań odbywa się z puli zawierającej trzykrotnie więcej zadań niż obejmuje test, a dla tego samego pytania w kolejnych turach jest losowana kolejność pokazywania na ekranie odpowiedzi poprawnej, co uniemożliwia uczenie się testu na pamięć (np. pytanie 19 – odpowiedź 3 itp.). Kolejna tura tego samego testu zawiera ponad 50% nowych zadań. Jeżeli student zastanawia się zbyt długo i wykorzystał już 2/3 czasu przeznaczonego na odpowiedź, na ekranie monitora pojawia się obraz zegara i słychać odgłos jego pracy, co ponagla zdającego, a po przekroczeniu 1/5 czasu przeznaczzonego na odpowiedź program przechodzi do następnego pytania. Po zakończeniu ostatniego zadania wyświetlana jest ocena, czas rozwiązania testu i liczba złych odpowiedzi, oraz zapytanie, czy pokazać błędne odpowiedzi z poprawnymi rozwiązaniami. Korzystając z tej cechy systemu, uczący się może wielokrotnie powtarzać test w celu opanowania zawartego w nim materiału.

## **Archiwizacja wyników sprawdzianów testowych**

Program każdorazowo i samoczynnie zapisuje na dysku (dyskiecie) imię i nazwisko studenta, datę przeprowadzenia testu oraz wyniki w postaci punktowej i słownej. Dla każdego bloku tematycznego wyniki są zapisywane do pliku o identycznej nazwie jak blok tematyczny, ale z rozszerzeniem nazwy pliku TXT. Wyniki kolejnych testów są dopisywane do istniejących w taki sposób, że najstarsze znajdują się na początku pliku, a najnowsze na końcu. Powstaje więc archiwum egzaminacyjne, które można przeglądać z Norton Commandera funkcją View (F3) lub drukować, dzięki temu w wygodny sposób powstaje lista i następuje ogłoszenie wyników. Po zakończeniu roku akademickiego pliki archiwalne można usunąć za pomocą odpowiednich funkcji Norton Commandera. Jeśli program jest uruchomiony w sieci Novell, to plik wynikowy zostaje zabezpieczony przed niepożądanym dostępem studentów.

## **Rodzaje plików tematycznych**

W programie DYSKCHEM umieściliśmy, w układzie zgodnym z programem pracowni chemii analitycznej jakościowej na I roku, następujące bloki tematyczne:

- Budowa atomu (99 pytań);
  - Układ okresowy (120 pytań);
  - Podstawowe prawa chemiczne (60 pytań);
  - Kinetyka reakcji (90 pytań);
  - Stan gazowy (60 pytań);
  - Wiązania chemiczne (90 pytań);
  - Litowce, berylowce, borowce, węglowce, azotowce, tlenowce, fluorowce, gazy szlachetne (po 60 pytań);
  - Testy odpowiadające grupom analitycznym kationów i anionów (po 60 pytań).
- Kolejne bloki i testy z graficznymi ilustracjami są obecnie opracowywane i dostosowywane do treści wykładanych zagadnień.

### **Wyniki ankiety przeprowadzonej wśród użytkowników testów DYSKCHEM**

W celu uzyskania oceny systemu testowego przez jego użytkowników przeprowadziliśmy anonimową ankietę wśród 63 studentów, której tekst i wyniki podajemy poniżej.

#### **Ankieta użytkownika systemu testowego DYSKCHEM**

1. Liczba przerobionych testów: 3 – 10.
2. Czy pytania testowe były zrozumiałe: 74% – tak, 15% – nie, 11% – ?
3. Czy czas przeznaczony na odpowiedzi był wystarczający: 55% – tak, 30% – nie, 15% – ?
4. Czy praca z testem dała impuls do nauki: 77% – tak, 13% – nie, 9% – ?
5. Czy wprowadzić testy z innych przedmiotów: 55% – tak, 29% – nie, 16% – ?
6. Czy w odpowiedziach pomagałeś sobie notatkami, książkami itp.: 18% – tak, 76% – nie, 6% – ?
7. Czy mając dostęp do komputera korzystałbyś częściej z testów DYSKCHEM: 84% – tak, 11% – nie, 5% – ?
8. Czy informacja ekranowa o krokach testu jest zrozumiała?: 90% – tak, 2% – nie, 8% – ?
9. Czy testy DYSKCHEM były Twoim pierwszym doświadczeniem z zastosowaniem komputera w nauczaniu?: 50% – tak, 50% – nie.
10. Czy test komputerowy pomaga w opanowaniu przedmiotu chemia ogólna: 70% – tak, 9% – nie, 21% – ?
11. Czy chciałbyś zdawać kolokwium lub egzamin przed komputerem?: 53% – tak, 24% – nie, 23% – ?
12. Czy test komputerowy jest mniej denerwujący niż inne formy sprawdzianów wiedzy: 76% – tak, 18% – nie, 6% – ?
13. Czy uważasz, że ocena wystawiana komputerowo była odpowiednia do Twoich wiadomości: 61% – tak, 25% – nie, 14% – ?
14. Czy korzystałeś z przeglądu Twoich złych odpowiedzi?: 90% – tak, 10% – ?

15. Czy odczuwałeś zmęczenie wzroku po ok. 30 minutach pracy nad testami?: 32% – tak, 59% – nie, 9% – ?
16. Czy odczuwałeś zmęczenie postawy (mięśni) po 30 minutach pracy przy komputerze?: 10% – tak, 87% – nie, 3% – ?
17. Czy zapamiętałeś niektóre pytania testowe?: 90% – tak, 5% – nie, 5% – ?
18. Czy testy stanowią urozmaicenie studiowania: 90% – tak, 8% – nie, 2% – ?
19. Czy Twoim zdaniem nauka z testem może zastąpić naukę z książki?: 12% – tak, 70% – nie, 18% – ?
20. Uwagi i propozycje dotyczące testów: najczęściej podawano potrzebę zwiększenia czasu dyżurów w pracowni komputerowej, głównie w celu umożliwienia lepszego przerobienia i zapoznania się ze wszystkimi testami zawartymi w programie DYSKCHEM.

## Podsumowanie

Dla połowy ankietowanych testy DYSKCHEM były pierwszym doświadczeniem z zastosowaniem komputera w nauczaniu. 75% ankietowanych uznało pytania testowe za zrozumiałe, chociaż czas przeznaczony na odpowiedź był uznany za wystarczający tylko przez nieco ponad połowę respondentów (czas ten można przedłużyć umieszczając odpowiednio dane inicjalne w bloku). Podczas rozwiązywania testów 75% studentów nie korzystało z notatek i podręczników, traktując test jako obiektywny sprawdzian stopnia opanowania przedmiotu. Wyniki tego sprawdzianu dla 77% studentów stanowiły impuls do dalszej nauki. Tylko niewielu ankietowanych (ok. 10%) odczuwało dyskomfort fizyczny po 30 minutach pracy z komputerem, ale na zmęczenie wzroku skarżyło się prawie 32% ankietowanych. W naszej pracowni używaliśmy najmniejszych monitorów 14-calowych, zazwyczaj kolorowych, stanowiska komputerowe wyposażono w krzesła obrotowe z regulacją wysokości i nachylenia oparcia. Jednak – mimo pewnej niedogodności – prawie 84% studentów korzystałoby z systemu testowego, gdyby mieli nieograniczony dostęp do komputera. Stanowi to istotny problem ze względu na niedostatki etatowe pomocniczej kadry technicznej naszego wydziału. Chociaż przeważająca liczba studentów uważa, że nauka z testami nie może w pełni zastąpić nauki z podręczników, to 90% ankietowanych zapamiętało niektóre pytania testowe (i prawdopodobnie prawidłowe odpowiedzi) oraz taki sam odsetek osób skorzystał z możliwości przeglądu błędnie udzielonych odpowiedzi i nauczania się poprawnych. Około 70% studentów uważało, że test komputerowy pomógł im w opanowaniu materiału z zakresu chemii ogólnej. 76% ankietowanych uznało test za mniej denerwujący w porównaniu z innymi formami sprawdzianów wiedzy. Prawie wszyscy badani uważali, iż testy komputerowe stanowią urozmaicenie programu studiów, ale tylko połowa chciałaby zdawać kolokwium lub egzamin przed komputerem, a tylko 60% uważa, że ocena wystawiona komputerowo była adekwatna do stopnia opanowania danego zakresu wiedzy chemicznej.

System DYSKCHEM został opracowany i uruchomiony dzięki pomocy Fundacji im. Stefana Batorego w Warszawie, a także przy wydatnym wsparciu finansowym Ośrodka Badawczo-Produkcyjnego Politechniki Łódzkiej IChem Sp. z o.o. Instytucjom tym gorąco dziękujemy za poparcie naszej inicjatywy, mającej na celu poprawę wyników nauczania na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej.

## Literatura

**Czupiał K.** 1977

*Metodyka testu chemicznego*, WSiP, Warszawa.

**Hedges W.D** 1968

*Testing and Evaluation for the Secondary School*, Belmont, California.

**Korczyński A., Ludomirska I.** 1994

*Dydaktyczny system komputerowy DYSKCHEM*, Zjazd Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Warszawa, materiał nr S-11P-17.

**Niemierko B.** 1975

*Testy osiągnięć szkolnych. Podstawowe pojęcia i techniki obliczeniowe*, WSiP, Warszawa.