ACTA UNIVERSITATIS LODZIENSIS
FOLIA OECONOMICA 205, 2007

Jacek Stańdo[*]

PROPOZYCJA UNIFIKACJA PROGRAMU NAUCZANIA I OCENIANIA Z MATEMATYKI NA UCZELNIACH TECHNICZNYCH W ŚWIETLE NOWYCH STANDARDÓW

W Polsce na uczelniach technicznych kształci się na różnych kierunkach. Według nowych standardów na każdym z nich w tzw. grupie przedmiotów podstawowych znajduje się matematyka z określonymi treściami nauczania (MSWiI, *Standardy nauczania*). Każdy z kierunków ma inny zakres treści nauczania z matematyki.

Przeglądając programy nauczania z matematyki wielu uczelni, można zauważyć, że sprowadzają się one jedynie do rozszerzenia treści zawarte w standardach. Brakuje w nich postawienia szczegółowych celów nauczania oraz metod i kryteriów oceniania. W pracy przedstawię propozycję unifikacji programu nauczania oraz metodę oceniania dla przedmiotu matematyka na uczelniach technicznych.

Struktura unifikacji programu nauczania

Cele nauczania są ważnym elementem procesu kształcenia. Wyznaczają one kierunek pracy dla nauczyciela i studenta. Ponadto cele – ściśle związane z treściami nauczania – decydują o doborze metod nauczania, a odpowiednio dobrane i sformułowane, ułatwiają pomiar i pozwalają orzekać o efektywności procesu kształcenia (Strykowski, Strykowska, Pielachowski, 2003).

Metody nauczania, oceniania bez powiązania z celami i treściami nauczania oraz potrzebami rynku pracy nie mają żadnej wartości.

Taksonomiczne podejście do celów nauczania zaproponował w Polsce Bolesław Niemierko. Warto zauważyć, że takie podejście jest ponadprzedmiotowe. Zatem może, być stosowane do różnych przedmiotów prowadzonych na uczelniach.

[*] Dr, Politechnika Łódzka.

Wyróżniamy dwa poziomy celów, a w każdym dwie kategorie. Pierwszy poziom celów – poziom wiadomości, tworzą: zapamiętanie wiadomości i zrozumienie wiadomości, a drugi poziom – poziom umiejętności, tworzą: stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych i stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych.

Proponuje opracowanie programu z matematyki dla uczelni technicznych składającego się z 3 części:

- Program start
- Program kanon
- Program nachylenie kierunkowe

Program start

Program start tworzymy uwzględniając podstawę programową obowiązującą w szkolnictwie ponadgimnazjalnym. W tym programie zawarta jest wiedza i umiejętności jakie są niezbędne do realizowania programu nauczania z matematyki na uczelni.

Sprawdzenie wiedzy i umiejętności powinno odbywa się przez stworzenie sprawdzianu diagnostycznego. Jeśli grupa nie spełnia podstawowych wymagań, należy tę wiedzę i umiejętności uzupełnić.

Od dwóch lat w Łodzi prowadzę próbne matury z matematyki. W pierwszej edycji uczestniczyło około 700 uczniów, a w drugiej było już ponad 1100 uczestników (Stańdo 2006, 2007). Jedno z zadań (zobacz poniżej) sprawdzało wiedzę i umiejętności z zakresu funkcji. Może on pełnić rolę zadania diagnostycznego. Warto podać wskaźniki jego rozwiązywalności.

Uczniowie, którzy wybrali maturę podstawową: podpunkty od a) do d) rozwiązywali na poziomie 30%. Uczniowie, którzy wybrali maturę rozszerzoną: podpunkty od a) do d) na poziomie 75%, a podpunkty od e) do h) na poziomie 51%.

Myślę, że tematyka programu start wymaga głębszej analizy i nie chcę jej dalej poruszać w tej pracy.

Przykład zadania diagnostycznego.

Zadanie 1. Dana jest funkcja $f(x) = \begin{cases} -2x-1 & x \in (-\infty, 0) \\ -2 & x = 0 \\ x^2 - 1 & x \in (0, \infty) \end{cases}$

a) Podaj zbiór wartości funkcji f

b) Podaj miejsca zerowe funkcji f

c) Podaj zbiór argumentów funkcji f dla których funkcja przyjmuje wartość 3.

d) Podaj wzór funkcji g, która jest symetryczna względem osi OX.

e) Narysuj wykres funkcji $h(x) = f(|x|)$ dla $x \in < -1, 1 >$

f) Podaj $\lim\limits_{x \to 0} f(x)$

g) Podaj zbiór argumentów funkcji *f* dla których $f'(x) < 0$.

h) Znajdź równanie stycznej do funkcji *f* w punkcie $x = 2$.

Program kanon

Program kanon budujemy na podstawie treści nauczania zawartych w standardach, które są wspólne dla wszystkich kierunków studiów.

W Polsce na niektórych uczelni technicznych pojawiły się propozycje, aby pierwszy rok na danej uczelni był wspólny dla wszystkich kierunków. Zatem w tych uczelniach programy start i kanon byłyby realizowane przez pierwsze dwa semestry.

Program nachylenie kierunkowe

Program nachylenie kierunkowe budujemy uzupełniając program kanon o treści charakterystyczne dla danego kierunku. Zbudowany jest on w zależności od kierunku studiów, ponieważ treści nauczania z matematyki między sobą się różnią.

Programy kanon i nachylenie kierunkowe muszą zawierać wszystkie treści zawarte w standardzie przewidziane dla danego kierunku studiów.

W tabelach 1, 2, 3 przedstawiłem wybrane fragmenty odpowiednio programu start, kanon i nachylenie kierunkowe (np. dla kierunku chemia).

Tabela 1

Program start

Treść	Szczegółowe treści	Pierwszy poziom – Wiadomości Kategorie: A – zapamiętanie, B – rozumienie		Drugi poziom – Umiejętności Kategorie: C – stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych, D – stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych	
		podstawowe	ponad podstawowe	podstawowe	ponad podstawowe
Funkcja	Definicja funkcji, własności funkcji: monotoniczność, różnowartościowość,	Zna definicję funkcji, Potrafi narysować funkcje na podstawie prostego wzoru, odczytuje	Potrafi na podstawie wykresu, tabeli stwierdzić czy jest to funkcja, na podstawie wykresu odczytuje granice funkcji	Potrafi narysować wykres funkcji wyznaczyć dziedzinę, miejsca zerowe funkcji,	Potrafi narysować wykres funkcji typu $\lvert f(x)\rvert$, $f(\lvert x\rvert)$

Tabela 2

Program kanon

Treść	Szczegółowe treści	Pierwszy poziom – Wiadomości Kategorie: A – zapamiętanie, B – rozumienie		Drugi poziom – Umiejętności Kategorie: C – stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych, D – stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych	
		podstawowe	ponad podstawowe	podstawowe	ponad podstawowe
1	2	3	4	5	6
Ciągi	Własności ciągów, granica ciągu,	Rozumie pojęcie ciągu zbieżnego,	Zna i rozumie definicje granicy ciągu,	Oblicza granice typu $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{W_k(n)}{W_l(n)}$, $\lim\limits_{n\to\infty} (1+\frac{1}{a_n})^{a_n}$, gdzie $\lim\limits_{n\to\infty} a_n = \infty$.	Na podstawie definicji wyznacza granicę ciągu,
Całki	Całki nieoznaczone, całki oznaczone, zastosowanie całek		Wie na czym polega różnica między całką oznaczoną i całką nieoznaczoną	Oblicza proste całki metodą podstawienia, oblicza proste całki przez części	Potrafi udowodnić wzór rekurencyjny na obliczanie wartości całki
Macierze	Działania na macierzach, wyznacznik macierzy, własności wyznacznika macierzy, rząd macierzy	Zna i rozumie definicję rzędu macierzy, zna podstawowe własności macierzy	Rozumie klasyczną definicje wyznacznika macierzy	Potrafi obliczyć wyznacznik macierz np. czwartego stopnia	Oblicza wyznacznik macierzy na podstawie ich własności
Układy równań	Układy równań Cramera, układy niecramerowskie	Wie, co to znaczy rozwiązać układ równań liniowych, zna i rozumie twierdzenie Cramera, zna twierdzenie Kroneckera-Capellego	Zna interpretacje graficzną rozwiązania układu równań liniowych	Potrafi rozwiązać prosty układ Cramera,	Rozwiązuje i analizuje układ równań liniowych z parametrem

Tabela 3

Nachylenie kierunkowe

Treść	Szczegółowe treści	Pierwszy poziom – Wiadomości Kategorie: A – zapamiętanie, B – rozumienie		Drugi poziom – Umiejętności Kategorie: C – stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych, D – stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych	
		podstawowe	ponad podstawowe	podstawowe	ponad podstawowe
Liczby zespolone	Interpretacja liczby zespolonej, działania na liczbach zespolonych, równania w dziedzinie liczb zespolonych	Wie co to jest jednostka urojona, zna postać kanoniczną, trygonometryczną liczby zespolonej	Zna zasadnicze twierdzenie algebry	Wykonuje podstawowe działania na liczbach zespolonych, zamienia liczbę zespoloną na postać tryg., rozwiązuje równanie kwadratowe w dziedzinie zespolonej,	Rozwiązuje równania wyższych rzędów w dziedzinie zespolonej, potrafi zastosować zasadnicze twierdzenie algebry

Unifikacja oceniania

Zadania budowane są zgodnie z programem nauczania i zawartymi w nim treściami i celami nauczania. Student otrzymuje informacje od prowadzącego o zakresie badanej wiedzy i umiejętności w poszczególnych zdaniach. Każde zadanie składa się z dwóch z części: podstawowa (P) i ponadpodstawowa (PP). Ilość zadań i części typu (P) są jednolite dla całej uczelni. Część typu (PP) musi zawierać kluczową treść przewidzianą dla danego zadania.

Warunkiem koniecznym otrzymania oceny pozytywnej jest rozwiązanie wszystkich zadań z części (P) lub (PP). Pozostałe oceny wprowadza się przez odpowiedni udział procentowych rozwiązanych zadań części (PP). Student ma prawo do dwóch poprawek. Na poprawkach uzupełnia jedynie te zadania, których jeszcze nie rozwiązał.

Przykład.
Informacja dla studenta

Zadanie 1. Przykłady ciągów zbieżnych, rozbieżnych.

Zadanie 2. Granica ciągu typu: $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{W_k(n)}{W_l(n)}$, gdzie $W(n)$ jest wielomianem.

Zadanie 3. Granica ciągu typu: $\lim\limits_{n\to\infty}(1+\frac{1}{a_n})^{a_n}$, gdzie $\lim\limits_{n\to\infty} a_n = \infty$.

Zadanie 4. Obliczanie całki przez części.
Zadanie 5. Wyznacznik macierzy i jego własności.

Przykładowe zadania.

Zadanie 1.

(P) Narysuj ciąg spełniający warunek $\lim\limits_{n\to\infty} a_n = -3$

(PP) Wykaż z definicji, że $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{-3n+1}{n} = -3$

Zadanie 2. Oblicz granice ciągu.

(P) $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{3n^4+2n+1}{n^5-4}$ (PP) $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{(n+1)(n+2)(n+3)....(n+k)}{(n-1)(n-2)(n-3)....(n-k)}$

Zadanie 3. Oblicz granice ciągu:

(P) $\lim\limits_{n\to\infty}\left(1+\frac{3}{n^2}\right)^{n+1}$ (PP) $\lim\limits_{n\to\infty}\ln\left(1+\frac{1+2+3+...+n}{n^3}\right)^n$

Zadanie 4. Oblicz całkę:

(P) $\int xe^x dx$ (PP) $\int \frac{e^{2x}\ln x}{x} dx$

Zadanie 5. Oblicz wyznacznik macierzy:

(P) $\begin{vmatrix} 1 & 3 & 3 & 1 \\ 0 & 3 & 1 & 3 \\ 2 & 1 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 5 & 0 \end{vmatrix}$ (PP) $\begin{vmatrix} 1 & 10 & 1 & .... & 12 \\ 2 & 9 & 1 & .... & 13 \\ 3 & 8 & 1 & .... & 14 \\ .. & .. & ... & .... & ... \\ 10 & 1 & 1 & .... & 21 \end{vmatrix}$

Technologie informacyjne w procesie nauczania matematyki

W ostatnim czasie obserwujemy wyraźną tendencję wzrostu roli technologii informacyjnych w kształceniu matematyki. Stosowanie technologii w procesie nauczania nie jest zagrożeniem dla tradycyjnych metod kształcenia, czego obawiają się niektórzy matematycy. Obie te metody nie muszą ze sobą konkurować, ale powinny się wzajemnie uzupełniać i podnosić skuteczność kształcenia (Dąbrowicz-Tlałka, Just, Stańdo, 2006).

Forum Dydaktyków Matematyki i Stowarzyszenie Nauczycieli Matematyki mając na uwadze podnoszenie poziomu nauczania matematyki domaga się aby uczniom pozwolono na korzystanie z kalkulatorów graficznych na maturze z matematyki.

W maturze międzynarodowej oraz w wielu krajach dopuszczone są już kalkulatory graficzne. Stosowanie technologii informacyjnych w nauczaniu matematyki, a zwłaszcza u przyszłych inżynierów, powinno stać się powszechne. W związku z tym technologia powinno mieć swoje miejsce w programach nauczania, a także w metodach oceniania (Stańdo, 2005; Dwornik-Orzechowska, Stańdo, 2001; Stańdo, Żółkowski, 2005; Zarzycki, Żółtowski, Stańdo (i. in.) 2003).

Tabela 4 zawiera uzupełnienie części programu nauczania o technologie informacyjne.

Tabela 4

Uzupełnienie programu nauczania o technologie informacyjne

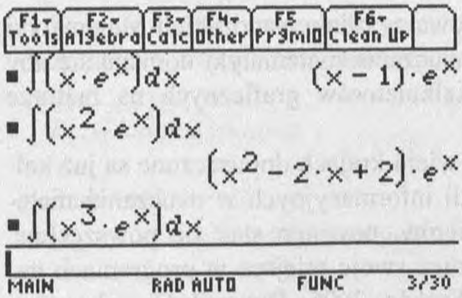
Treść	Szczegółowe treści	Pierwszy poziom – Wiadomości Kategorie: A – zapamiętanie, B – rozumienie		Drugi poziom – Umiejętności Kategorie: C – stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych, D – stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych	
		podstawowe	ponad podstawowe	podstawowe	ponad podstawowe
Całki	Całki nieoznaczone, całki oznaczone, Zastosowanie całek	Wie, że całki oznaczone można obliczać korzystając z odpowiedniego kalkulatora graficznego		Oblicza proste całki z zastosowaniem kalkulatora graficznego	Potrafi przewidzieć wzór rekurencyjny na obliczanie wartości całki z zastosowaniem kalkulatora graficznego
Układy równań		Wie, że układy równań można obliczać z wykorzystaniem kalkulatora graficznego		Rozwiązuje układy równań liniowych z zastosowaniem kalkulatora graficznego	Rozwiązuje i analizuje układ równań liniowych z parametrem przy użyciu kalkulatora graficznego

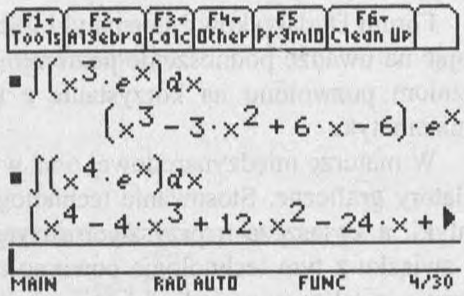
Przykładowe zadania sprawdzające z zastosowaniem kalkulatora graficznego.

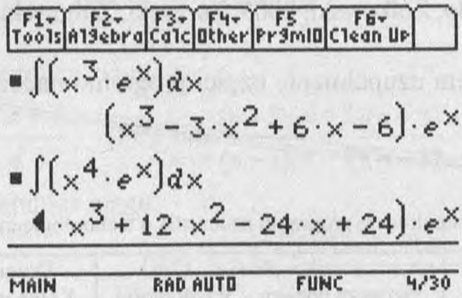
Zadanie1. Oblicz wartość całki $\int x^n e^x dx$.

(P) dla $n = 3$ (PP) dla dowolnego $n \in N$.

Wyniki użycia kalkulatora graficznego.





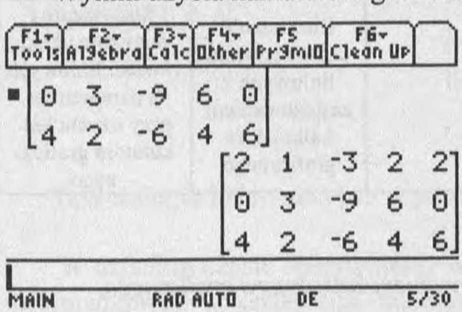


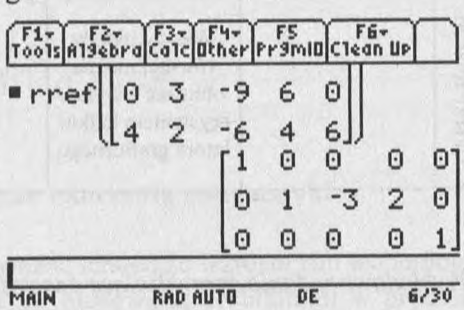
Zadanie 2.

Rozwiąż układ równań $\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 3x_3 + 2x_4 = 2 \\ 3x_2 - 9x_3 + 6x_4 = 0 \\ 4x_1 + 2x_2 - 6x_3 + ax_4 = 6 \end{cases}$

(P) dla $a = 4$ (PP) dla dowolnego $a \in \Re$.

Wyniki użycia kalkulatora graficznego.





PODSUMOWANIE

W procesie dydaktycznych nie ma idealnych rozwiązań. Każda metoda ma swoje wady i zalety. Od kilku lat wprowadzając opisaną metodę, oczywiście spotykam się z wieloma trudności. Jednak, w moim przekonaniu nie prowadzi ona do obniżenia poziomu nauczania, a jest uczciwą alternatywą do zdobycia wiedzy i umiejętności przez studentów.

Prowadziłem także badania ankietowe. Aż 94% studentów chce takiego sposobu nauczania i oceniania. Na pytanie o zalety i wady, podają najczęściej odpowiedzi.

Zalet:

- łatwość przygotowania się do kolokwium,
- wiadomo czego trzeba się nauczyć,
- możliwość uzupełnienia brakujących zadań,
- łatwość poprawiania,
- wiem czego muszę się douczyć,
- nie ma skomplikowanych zadań w części (p),
- nie ma potrzeby powtarzać tego co zrobiłem dobrze,
- ułatwia organizację nauki,
- mniejszy stres.

Wady:

- trzeba umieć wszystko,
- nie można liczyć na szczęście,
- uczenie się tylko po to, aby zaliczyć.

Chciałbym, aby ta praca stała się tematem dyskusji, przemyśleń a może inspiracją do stworzenia zunifikowanego programu nauczania i oceniania z matematyki na poziomie danej uczelni. Jest szczególna okazja do prowadzenia badań w tym kierunku z uwagi na wprowadzenie na naszej uczelni, od tego roku akademickiego studiów dwustopniowych, a co za tym idzie nowych programów z matematyki w świetle obowiązujących standardów.

W pracy (Stańdo, 2006) przedstawiłem wyniki, które wskazują na konieczność wprowadzenia zmian w sposobie egzaminowania i uzyskiwania zaliczeń przez studentów.

W moim przekonaniu w Polsce zbyt mało prowadzi się badań z dydaktyki matematyki dla szkół wyższych. Może warto podjąć takie wyzwanie (Stańdo, 2006, Just, Stańdo, 2006).

LITERATURA

W. Strykowski, J. Strykowska , J. Pielachowski, *Kompetencje nauczyciela szkoły współczesnej*. Poznań 2003, eMPi[2]

Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego, *Standardy nauczania*

J. Stańdo, *Matpróbka 2006*, Wyższa Szkoła Informatyki w Łodzi

J. Stańdo, *Rozgrzewka dla maturzystów 2007*, Wyższa Szkoła Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi

J. Stańdo, *Stawianie hipotez z wykorzystaniem CabriWeb*, XIX Szkoła Dydaktyki Matematyki,Wrocław 2005.

T. Dwornik-Orzechowska i J. Stańdo, *Kalkulator graficzny a kształtowanie postaw badawczych u uczniów*, NiM 37, s. 21–22, wiosna 2001.

Red. J. Stańdo i B. Żółkowski, *Kalkulator graficzny. Przewodnik użytkownika. Scenariusze lekcji matematyki i fizyki w gimnazjum i liceum*, RES POLONA, 2005.

Praca zbiorowa: P. Zarzyckiego, Bogdan Żółtowski, Jacek Stańdo i inni, *Lekcje matematyki z kalkulatorem graficznym. Wersja dla kalkulatora TI*, Gdańskie Wydawnictwo Oświatowe, 2003.

J. Stańdo, *Badania nad rekrutacja*, Prometeusz- Kwartalnik naukowy (Nr 3(10)) rok 2006.

J. Stańdo, *Wartość kwalifikacyjna*, Diagnostyka Edukacyjna red. B. Niemierko, Lublin 2006.

A. Just, J. Stańdo, *Porównanie ocen z matematyki i fizyki uzyskanych przez studentów Politechniki Łódzkiej po pierwszym roku studiów w odniesieniu do punktów otrzymanych z rekrutacji*, XII Ogólnopolska Konferencja Nauczania Matematyki w Uczelniach Technicznych Pucku 2006.

A. Just, J. Stańdo, Rozwarstwienie wiedzy i umiejętności studentów na przykładzie przedmiotów prowadzonych na Politechnice Łódzkiej, Poznań 2006

A. Dąbrowicz-Tlałka, A. Just, J. Stańdo, *Zastosowanie technologii informacyjnych do wybranych zagadnień z matematyki wyższej*, XII Ogólnopolska Konferencja Nauczania Matematyki w Uczelniach Technicznych, Pucku 2006.

Jacek Stańdo

THE PROPOSAL OF THE UNIFICATION OF THE MATHS SYLLABUSES AND ASSESSMENT AT HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS ACCORDING TO THE NEWEST STANDARDS

The main objective of the article is to present the proposal of the unification of the Maths syllabuses at Higher Education Institutions according to the newest standards. It also presents the method of students' assessment, as well as it analyses the new information technologies applied in mathematics.