

INFORMÁCIE O GRAFE FUNKCIE V PREDMETE FYZIKA A ICH HIERARCHICKÉ USPORIADANIE

HORVÁTHOVÁ Daniela – ZELENICKÝ Ľubomír, SR

Resumé

V príspevku predkladáme poznatky o informáciách sprostredkovaných grafom funkcie v predmete fyzika a ich hierarchickom usporiadaní. Výsledky boli potvrdené rozsiahlymi výskumami a obhájené v príslušných komisiách.

Kľúčové slová: informácie, graf funkcie, hierarchická štruktúra, predmet fyzika.

THE INFORMATION ABOUT GRAPH OF FUNCTION IN THE SUBJECT PHYSICS AND THEIR HIERARCHICAL STRUCTURE

Abstract

The article deals with the information presented by the graph of function in the subject physics and its hierarchical structure. The results were proved by broad research and defended by competent committees.

Key words: information, graph of function, hierarchical structure, subject physics.

1 Úvod

Skutočnosť, že záujem o fyziku neustále klesá (čo sa prejavuje znižovaním počtu hodín v učebných plánoch a znižovaním počtu uchádzačov o fyziku na univerzitách) vedie k zamysleniu, akú úlohu plní fyzika v rámci všeobecného vzdelania, aké trvalé hodnoty poskytuje absolventom základnej alebo strednej školy. Pedagogické výskumy potvrdzujú, že dôležitú úlohu v získavaní záujmu žiaka zohráva posilnenie jeho experimentálnej činnosti, pri ktorej žiak zhromažďuje informácie a konštruuje matematické modely. Graf fyzikálnej funkcie možno považovať za jeden z mála názorných a dynamických matematických prostriedkov, ktorý najmä v spojení s experimentom podporovaným počítačom zohráva dôležitú úlohu pri štúdiu prírodných dejov. V školskej fyzike možno deje mechanické, tepelné, akustické, optické, elektromagnetické, i deje molekulárne a atomárne opísať rôznymi grafmi fyzikálnej funkcie, najčastejšie však grafmi lineárnej, kvadratickej, lomenej lineárnej a nelineárnej alebo exponenciálnej funkcie. Mnoho fyzikálnych informácií je zakódovaných v geometrických prvkoch grafu. Produktívne pracovať s informáciami získanými z grafu fyzikálnej funkcie a vedieť správne interpretovať výsledky z grafu je jednou z kompetencií, ktoré je potrebné rozvíjať u žiakov základnej a strednej školy.

V príspevku predkladáme poznatky o informáciách sprostredkovaných grafom funkcie v predmete fyzika a ich hierarchickom usporiadaní. Výsledky boli potvrdené rozsiahlymi výskumami a obhájené príslušných komisiách.

2 Hierarchický rad informácií o grafe fyzikálnej funkcie

V didaktike fyziky sa od šesťdesiatych rokov minulého storočia venuje pozornosť identifikácii, štruktúre, hierarchickému usporiadaniu a následne aj metodike formovania fyzikálnych schopností. Z Gagného teórie učenia sa matematickým

operáciám zo 70. rokov vyplynulo, že rozumové operácie sa osvojujú v hierarchickej postupnosti na rozdiel od jednotlivých verbálnych faktov, ktoré sa hierarchicky neosvojujú. Aplikácia tejto teórie vo vyučovacom procese znamená, že ak chceme u žiakov formovať určité schopnosti, treba určiť prvky, z ktorých sa skladá súbor týchto schopností a treba ich usporiadať podľa rozumovej obtiažnosti do hierarchického radu. Formovaním rozumových operácií v matematike v súvislosti s teóriou hierarchie sa od r. 1962 zaoberal R. M. Gagne a vo fyzike na jeho práce nadviazali najmä R. D. Linke [1] a R. T. White [2]. Výskumy, ktoré uskutočnili, presvedčivo potvrdili hierarchické usporiadanie v schopnostiach operovať so symbolmi v matematike i vo fyzike. Na práce R. T. Whitea, nadviazali M. Rakovská a V. Koubek a ich výskumy úzko súviseli so skúmaním hierarchie usporiadania informácií o grafe fyzikálnej funkcie.

Hierarchický rad informácií o grafe fyzikálnej funkcie navrhnutý v sedemdesiatich rokoch minulého storočia V. Koubkom a M. Rakovskou [3] je vetvený a obsahuje 20 informácií, ktoré sú verbálneho a rozumového charakteru. Využiť rozumové schopnosti pri riešení určitých úloh je možné len vtedy, keď si žiak osvojil súbor verbálnych prvkov. Rozsiahlym výskumom bola potvrdená správnosť logického usporiadania informácií o grafe fyzikálnej funkcie do hierarchického radu. Na dlhoročné výskumy R.T.Whitea, M. Rakovskej a V. Koubka ohľadne rozvoja schopností žiaka základnej a strednej školy používať graf fyzikálnej funkcie sme v rámci výskumu nadviazali aj my na Katedre fyziky FPV UKF v Nitre. Vo výskumnom projekte, sme sa zaoberali štruktúrou, hierarchickým usporiadaním a hlavne doplnením ďalších informácií do hierarchického radu informácií o grafe fyzikálnej funkcie. Výskum bol realizovaný v rokoch 2000 až 2006 na vzorke približne 120 študentov 1. ročníka učiteľstva fyziky [4]. Okrem iného bol v rámci tohto výskumu skúmaný transfer poznatkov o grafe funkcie z matematiky do fyziky pri vyhodnocovaní výsledkov fyzikálnych meraní z grafu fyzikálnej závislosti v spojení aj s počítačom. Z výsledkov tohto výskumu vyplynulo, že vo vyučovaní fyziky na základnej aj strednej škole by sa malo problematike rozvíjania kompetencie pracovať s grafom funkcie venovať oveľa viac času a nespoliehať sa v tejto problematike na vyučovanie matematiky [5].

Hierarchický rad informácií o grafe fyzikálnej funkcie v pôvodnej podobe pozostával z 20 informácií, z toho pre základnú školu bolo určených prvých 12 informácií a zostávajúcich 8 informácií pre gymnázium.

V rámci výskumného projektu sme hierarchický rad informácií o grafe fyzikálnej funkcie upravili, doplnili a v školskej praxi overili [6]. Následne boli výsledky výskumu obhájené v rámci dizertačnej práce. Na obr. 1 je zobrazená aktuálna štruktúra *didaktickej sústavy informácií o grafe fyzikálnej funkcie*. V súčasnosti táto štruktúra pozostáva z 30-tich hierarchicky usporiadaných informácií o grafe fyzikálnej funkcie:

- Prvých 12 informácií (štruktúrne prvky 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14) pre potreby základnej školy. Osvojenie týchto prvkov umožnili navrhnuté a v školskej praxi overené úlohy. Výsledky výskumu, ktorý v sedemdesiatich rokoch realizovala M. Rakovská presvedčivo preukázali, že systematická práca s navrhnutými typmi úloh vypestovala u žiakov základnej školy rozvinutejšie schopnosti čítať informácie z grafu fyzikálnej funkcie v porovnaní s kontrolnou vzorkou.
- Pre potreby strednej školy bol hierarchický rad štruktúrnych prvkov grafu rozšírený o ďalších 8 informácií (15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22), zameraných na

využitie grafickej derivácie a grafickej integrácie a ich súvislosť s okamžitými veličinami nerovnomerných dejov zobrazených napr. kvadratickou alebo exponenciálnou funkciou.

- V nadväznosti na stále sa rozširujúce možnosti práce s počítačom v rámci experimentálnej prípravy budúcich učiteľov a na vyššiu úroveň matematických poznatkov u študentov učiteľstva fyziky bolo nevyhnutné hierarchický rad informácií o grafe fyzikálnej funkcie rozšíriť o prvky 11, 12, 23 až 30 (oblasť čiastočne rovnomerných, nerovnomerných a periodických dejov).

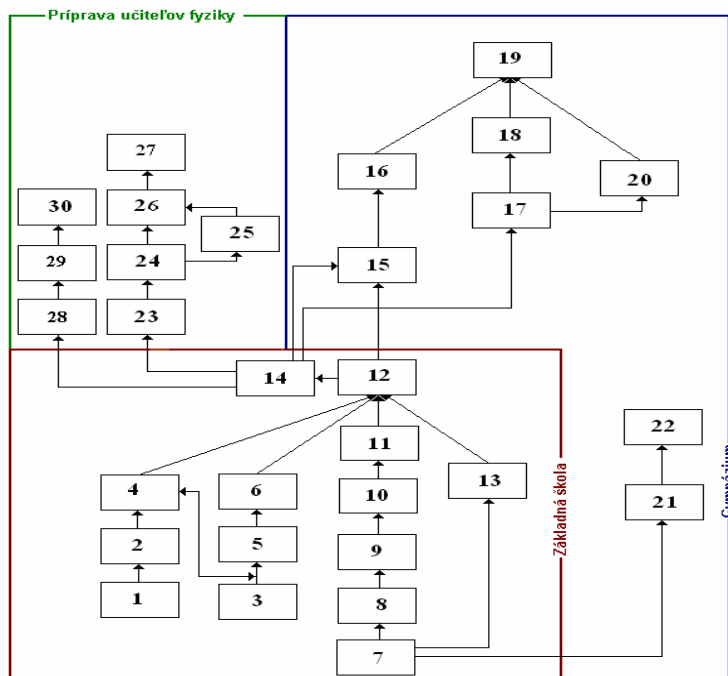
Hierarchický rad informácií o grafe fyzikálnej funkcie je písomne formulovaný v nižšie uvedenom texte.

Hierarchický rad informácií o grafe fyzikálnej funkcie

1. *Zobraziť veľkosť fyzikálnych veličín na súradnicových osiach x , y v pravouhlej súradnicovej sústave s vhodne voleným modulom.*
2. *Určiť polohu bodu v pravouhlej súradnicovej sústave so zadanej dvojice fyzikálnych veličín, zobrazených na osiach x , y .*
3. *Vyhľadať body grafu prislúchajúce dvojiciam hodnôt fyzikálnych veličín v pravouhlej súradnicovej sústave s osami x , y .*
4. *Aproximovať body grafu, zobrazujúce výsledky merania pri fyzikálnom deji spojitou čiarou (priamkou, krivkou).*
5. *Použiť grafickú interpoláciu a extrapoláciu na stanovenie hodnôt fyzikálnych veličín i v tých oblastiach, kde sa meranie nekonalo.*
6. *Merať veľkosť odchýlok nameraných hodnôt od aproximatívnych a podľa rozptylu bodov urobiť úsudok o meraní.*
7. *Určiť zmeny Δx , Δy usporiadaných dvojíc fyzikálnych veličín na grafe fyzikálnej závislosti $y = f(x)$.*
8. *Uvedomiť si, že medzi fyzikálnymi veličinami, ktorým prislúcha priamkový graf prechádzajúci počiatkom pravouhlej súradnicovej sústavy, je priama úmernosť.*
9. *Vidieť v grafe tvaru priamky deje prebiehajúce rovnomerne.*
10. *Vidieť súvislosť medzi priamkovým grafom pri rovnomerne prebiehajúcim fyzikálnom deji a grafom lineárnej funkcie.*
11. *Vedieť porovnaním grafov zapísať všeobecnú fyzikálnu rovnicu.*
12. *Vedieť stanoviť v danom intervale rýchlosť zmeny rovnomerného deja meraním podielu $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ na grafe funkcie $y = f(x)$ a vidieť súvislosť so smernicou priamky pri lineárnej funkcii.*
13. *Vidieť súvislosť medzi sklonom priamkového grafu a rýchlosťou zmeny Δy závisle premennej fyzikálnej veličiny v tej istej pravouhlej súradnicovej sústave.*
14. *Vidieť v grafe tvaru krivky deje prebiehajúce nerovnomerne.*
15. *Stanoviť priemernú rýchlosť v danom intervale zmeny nerovnomerného deja meraním podielu $\frac{\Delta y}{\Delta x}$, na grafe funkcie $y = f(x)$.*
16. *Stanoviť okamžitú rýchlosť fyzikálneho deja v bode krivkového grafu $y = f(x)$ grafickou deriváciou (konštrukciou dotýčnice v danom bode).*
17. *Stanoviť zrýchlenie rovnomerne premenného deja meraním na grafe v súradnicovej sústave s osami: rýchlosť zmeny fyzikálnej veličiny – nezávisle premenná fyzikálna veličina.*

18. Stanoviť v danom intervale priemerné zrýchlenie nezávisle premennej fyzikálnej veličiny na grafe tvaru krivky v súradnicovej sústave s osami: rýchlosť zmeny fyzikálnej veličiny – nezávisle premenná fyzikálna veličina.
19. Stanoviť grafickú deriváciu okamžité zrýchlenie v danom bode na konkávnej alebo konvexnej krivke s osami: rýchlosť zmeny fyzikálnej veličiny – nezávisle premenná fyzikálna veličina.
20. Použiť grafickú deriváciu pri stanovení súradníc extrémnej hodnoty fyzikálnej funkcie.
21. Použiť grafickú integráciu pre fyzikálnu funkciu, ktorá je v danom intervale konštantná a pre dej prebiehajúce rovnomerne.
22. Použiť grafickú integráciu pre dej prebiehajúci nerovnomerne.
23. Vedieť nájsť súvislosť medzi krivkovým grafom pri nerovnomerne prebiehajúcim fyzikálnom deji a krivkovým grafom z oblasti matematických funkcií.
24. Vedieť porovnaním krivkových grafov zapísať všeobecnú fyzikálnu rovnicu.
25. Vedieť transformovať krivkový graf na priamkový.
26. Vedieť zo všeobecnej fyzikálnej rovnice zapísať hľadané veličiny fyzikálneho deja.
27. Vedieť stanoviť hodnoty fyzikálnych veličín alebo konštánt.
28. Vidieť v grafe popísanom goniometrickou funkciou $y = \sin(x)$ a $y = \cos(x)$ deje prebiehajúce periodicky.
29. Vedieť z grafu zodpovedajúcemu goniometrickej funkcii zapísať fyzikálnu rovnicu.
30. Vedieť určiť z grafu goniometrickej funkcie okamžitú hodnotu, amplitúdu, periódu a počiatočnú fázu fyzikálneho deja.

Pre lepšiu názornosť sme vypracovali aj grafickú podobu vetveného hierarchického radu informácií o grafe fyzikálnej funkcie vo forme didaktickej sústavy, ktorá názorne ilustruje rozsah poznatkov potrebných v školskej fyzike na úrovni základnej školy, gymnázia a v príprave budúcich učiteľov (obr. 1).



Obr. 1: Didaktická sústava informácií o grafe fyzikálnej funkcie.

3 Záver

Všeobecne je známe, že fyzika pri skúmaní prírodných zákonitostí hľadá závislosti medzi fyzikálnymi veličinami, ktoré možno vyjadriť určitým druhom

matematickej funkcie. V dynamickej podobe ich možno znázorniť grafom vo zvolenom súradnicovom systéme. Graf fyzikálnej funkcie najmä vo väzbe na počítač, nadobúda pri skúmaní prírodných dejov stále väčší význam. V ostatnom čase sa v školských laboratóriách stále častejšie zavádzajú experimenty podporované počítačom, kde funkcia počítača spočíva v kvalitatívnom, resp. v kvantitatívnom vyhodnotení závislostí fyzikálnych veličín grafom, zriedkavejšie tabuľkou. Z tohto hľadiska by mala byť schopnosť čítať informácie rôzneho druhu z grafického zobrazenia jedným z cieľov základného a všeobecného vzdelania.

4 Literatúra

- [1] LINKE, R., D.: Replicative studies in Hierarchical Learning of Grafical Interpretation Scills. In: Brit. J. educ. Psychol 45. 1975.
- [2] WHITE, R., T.: The Validation of a Learning Hierarchy. In: American Education Research Journal, 1974, Vol. 11, No. 2.
- [3] RAKOVSKÁ, M.: Graf fyzikálnej funkcie v školskom kurze fyziky a formovanie žiackých schopností pracovať s grafom. In: Kandidátska dizertačná práca. Olomouc: UP, 1980.
- [4] HORVÁTHOVÁ, D.: Graf fyzikálnej funkcie v príprave učiteľov na experimentálnu činnosť. *Dizertačná práca*. Nitra: Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 2007. s. 179.
- [5] HORVÁTHOVÁ, D.: Transfer poznatkov o grafe funkcie z matematiky do fyziky na úrovni tvorivej transformácie. In *Acta Didactica : teória a prax vyučovania prírodovedných predmetov*. ISSN 1337-0073. Roč. 2, č. 4 (2008), s. 37- 47.
- [6] ZELENICKÝ, L., HORVÁTHOVÁ, D., RAKOVSKÁ, M.: Graf funkcie vo fyzikálnom vzdelávaní. Nitra: UKF FPV, 2005. ISBN 80-8050-826-7.

Lektoroval: Mária Rakovská, Doc., RNDr., CSc., Štúrova 14, 94901 Nitra

Kontaktná adresa:

Daniela Horváthová, RNDr., PhD.
Katedra fyziky FPV UKF
Tr. A. Hlinku 1
949 74 Nitra
dhorvathova@ukf.sk

Lubomír Zelenický, prof., RNDr., CSc.
Katedra fyziky FPV UKF
Tr. A. Hlinku 1
949 74 Nitra
lzelenicky@ukf.sk

Príspevok vznikol za podpory projektu **CGA V/5/2007**.

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. **LPP-0486 –07**.