

## ФОРМИРАНЕ НА НОВИ ЗНАНИЯ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА С ПОМОЩТА НА ГРАФИЧНО МОДЕЛИРАНЕ

Христина Петрова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

**Резюме.** Авторът предлага съвременен методически подход за формиране на нови знания в обучението по физика в средното училище. Той е свързан с графично моделиране на физични закономерности, процеси и явления. Описана е последователността от действия, насочени към формиране и задълбочено усвояване на новото физично знание. Предложеният от нас подход обогатява теорията и практиката на обучението по физика с нови идеи за изграждане на системата от знания на учениците и формиране на умения за работа с модели, интерпретация и логично мислене.

*Keywords:* education, physics, graphical modeling, knowledge

### Увод

Радев (1996) определя метода моделиране като форма на взаимодействие между учител и ученик, при която се използват заместители или представители на оригинали и структури, които изобразяват, копират, имитират и пресъздават техни определени елементи и свойства с относително тъждествени релации и аналогии при спазване на критериите за подобие.

В методически аспект графичните модели се свързват с графичните нагледни средства и техните функции. Те показват реално съществуващи страни на изучаваните обекти. С тяхна помощ се отразяват съществени елементи, връзки и отношения в дадена система посредством графични изразни средства (Каменецкий & Солодухин, 1982).

Някои автори поставят акцент както върху техните илюстративни, така и обяснителни и евристични функции. Те търсят подходящи форми за обучение с използване на графични модели, предполагащи овладяване на „знаковите им конструкти“ и графичния език (Антонова, 1983).

Графичните модели, които се използват в обучението по физика, са: физически графики, схеми, рисунки, термодинамични диаграми, вектори, силови линии, осцилограми, диаграми за представяне на енергетичните нива в атомната физика,

потенциални криви в ядрената физика. Най-често използвани са физическите графики. Физическата графика представя функционалната зависимост между физични величини с помощта на линия.

Графичните модели носят по-скоро съдържателна, отколкото илюстративна функция. Те са нагледни носители на теоретични знания и средство за изясняване на същността на разглеждания процес или явление. В този смисъл графичното моделиране може да се разглежда не само като метод на научното познание, но и като метод за усвояване на нови знания.

Чрез моделиране на обекти, предмети и явления учениците се учат да наблюдават, да извършват интелектуални мисловни операции (анализ, синтез, сравнение, обобщение и др.). Формират се също умения за трансформиране на информация от един вид в друг и разбиране на определени връзки и отношения (Wells et al., 1995).

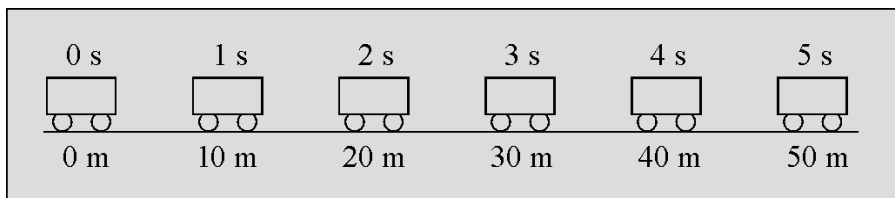
Формирането на новите знания е основна, нелека и отговорна задача за всеки учител. Знанията трябва да се формират с определени качества: трайност, системност, задълбоченост, пренос в нови условия. От голямо значение за това е не само възприемането, но и осмислянето на учебния материал от учениците. В тази връзка предлагаме методически подход за формиране на нови знания в обучението по физика, основан на прилагането на графични модели.

### **Описание на подхода**

Прилагайки този подход при изучаване на раздел „Кинематика“ в десети клас, стигнахме до извода, че най-ефективно се формират нови знания при поетапно построяване на следните графични модели: пространствено-времева схема на движението и физическа графика. След това учениците пристъпват към математическия модел на описание на движението.

При изучаване на равномерно движение учебно-познавателната дейност на учениците може да се представи под формата на следните интелектуални операции: (1) Учениците използват графичния модел на движението (фиг. 1). На тази основа те свързват положението на тялото (координатата) с момента време, т.е. създава се пространствено-времева схема на движението; (2) Данните за координатата и времето се представят таблично (Таблица 1); (3) Построява се графиката на изменение на координатата с времето (фиг. 2); (4) Анализира се построената графика. На основа анализа на графиката и математическите знания на учениците за графика на линейна функция те извеждат аналитичния израз на закона за движение при равномерно движение. Законът за движение е  $x = x_0 + v(t - t_0)$ , където  $x_0$  е началната координата, а  $x$  е координатата в момент време  $t$  (5). От графичния

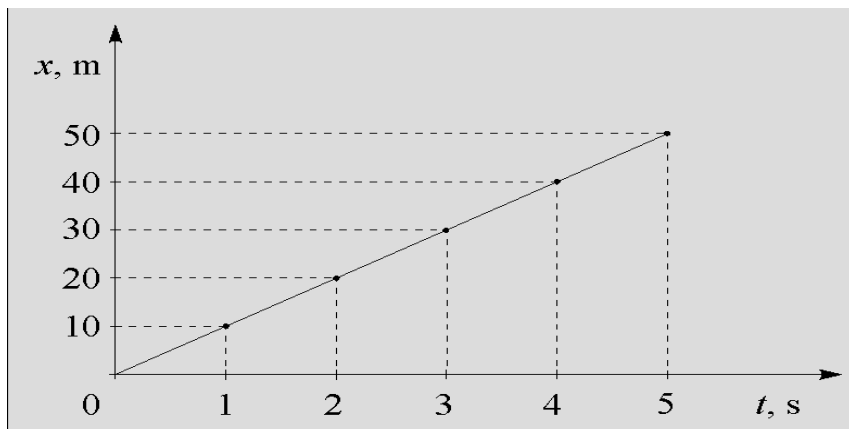
модел (фиг. 1) се определя скоростта на движение в указаните интервали време; (6) Построява се графиката на изменение на скоростта с времето (фиг. 3); Анализира се построената графика и се извежда законът за скоростта при равномерно движение. Законът за скоростта е  $\vec{v} = \text{const.}$



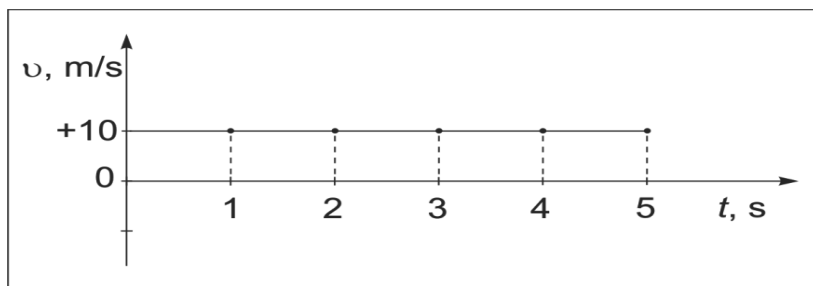
**Фигура 1.** Графична илюстрация на равномерно движение.

**Таблица 1.** Данни за изменението на координатата с времето от фиг. 1

|        |    |    |    |    |    |
|--------|----|----|----|----|----|
| $t, s$ | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
| $x, m$ | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |



**Фигура 2.** Графика на изменение на координатата с времето при равномерно движение

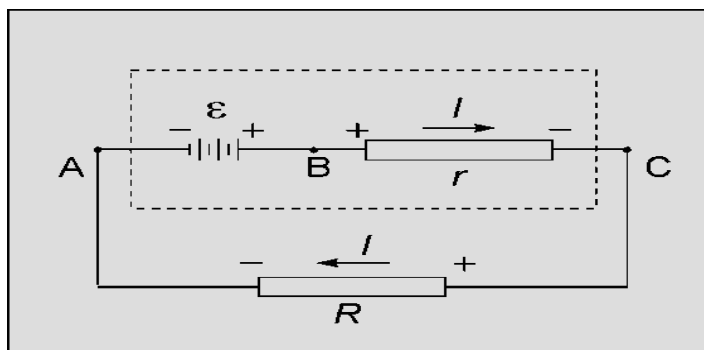


**Фигура 3.** Графика на скоростта при равномерно движение

Представяме пример за прилагане на подхода при изучаване на електричните явления и закономерностите, които ги характеризират в девети клас (Иванов & Петрова, 1998).

*Тема: Закон на Ом за цялата верига*

Учениците работят със схемата на затворена електрична верига, съставена от източник на ЕДН  $\mathcal{E}$  и консуматор със съпротивление  $R$  (фиг. 4). С помощта на учителя създават нов графичен модел-потенциална диаграма, представяща графично изменението на потенциала по дължината на веригата. Интерпретират потенциалната диаграма и на тази основа създават нов знаков математичен модел-закон на Ом за цялата верига.



**Фигура 4.** Схема на затворена електрична верига с източник на ЕДН и консуматор

Учебно-познавателната дейност на учениците може да се представи под формата на следните операции: (1) Представя се затворената верига в разгънат вид и се чертае съответната потенциална диаграма (фиг 5). Разглежда се потенциалната диаграма, като се започне от отрицателния полюс на източника, където потенциалът е най-нисък. Условно той може да бъде приет за нула, т.е.  $\varphi_A=0$ ; (2) Разглежда се сумата от потенциалните разлики върху съответните елементи от веригата. Сумата от потенциалните разлики върху съответните елементи на веригата е нула:

$$(\varphi_A - \varphi_B) + (\varphi_B - \varphi_C) + (\varphi_C - \varphi_A) = 0 \quad (1)$$

(3) Интерпретира се графично всяка потенциална разлика. Наклонената отсечка (1,2) представя нарастването на потенциала от отрицателния до положителния полюс на източника. Тъй като  $\varphi_A < \varphi_B$

$$\varphi_A - \varphi_B = -\varepsilon \quad (2)$$

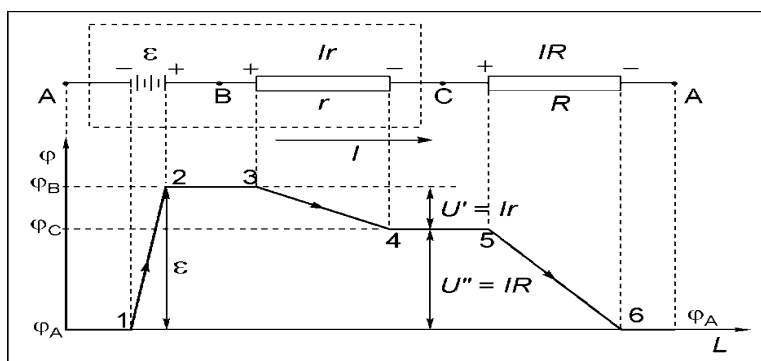
Наклонената отсечка (3,4) представя намаляването на потенциала върху  $r$ . Тъй като  $\varphi_B > \varphi_C$ ,

$$\varphi_B - \varphi_C = U^I = Ir \quad (3)$$

Наклонената отсечка (5,6) представя намаляването на потенциала върху  $R$ .

Тъй като  $\varphi_C > \varphi_A$ ,

$$\varphi_C - \varphi_A = U^{II} = IR \quad (4)$$



Фигура 5. Потенциална диаграма.

Заместват се (2), (3) и (4) в (1) и се получава:

$$-\varepsilon + U^I + U^{\parallel} = 0 \text{ или } \varepsilon = U^I + U^{\parallel}, \text{ т.е.} \quad (5)$$

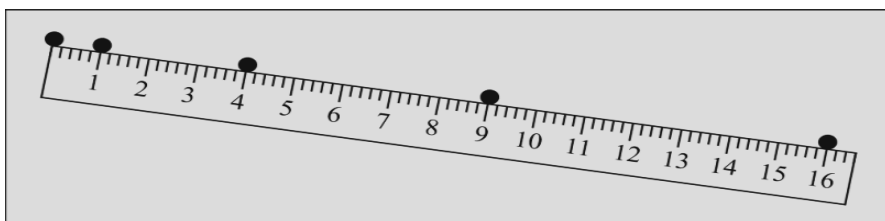
$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (6)$$

Формула (6) представлява законът на Ом за цялата верига.

Подходът е приложим и при решаване на физични задачи. Например:

### Задача

Фиг. 6 представлява стробоскопична снимка на движението на топче по наклонена равнина от състояние на покой. Времето между всеки две последователни снимки е 0,2 s. Деленията върху скалата са указани през 10 cm. Докажете, че движението на топчето е равноускорително.



**Фигура 6.** Стробоскопична снимка на движение на топче по наклонена равнина

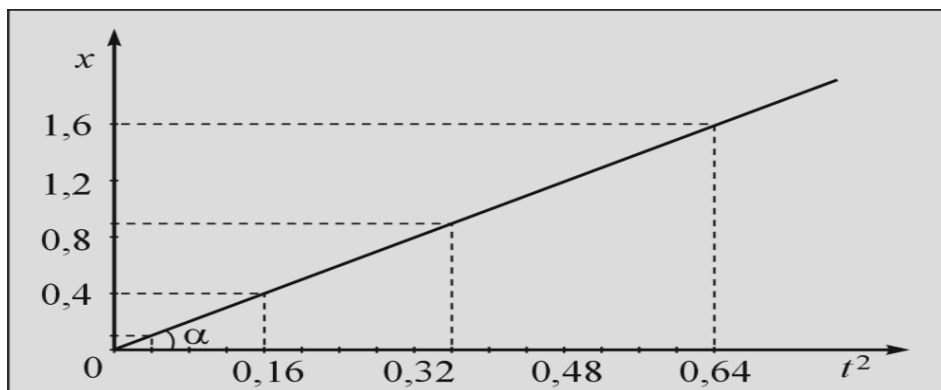
Процесът на решаване на задачата може да се представи по следния начин: (1) Учениците работят със стробоскопичната фотография, която представлява графичен модел на движението. Снемат се данни за координатата на топчето в указаните моменти време; (2) Данните се представят таблично (таблица 2); (3) Изследване на движението. Графично представяне на зависимостта  $x = x(t^2)$ . Допуска се, че движението на топчето е равноускорително. Следователно в произволен момент време координатата му се определя по формулата  $x = \frac{1}{2}at^2$ . Данните за  $x$  и  $t^2$  се представят в таблица (таблица 3). На фиг. 7 е представена графично зависимостта  $x = x(t^2)$  (4) Анализира се построената графика (фиг.7) и се определя вида на движение на тялото. Графиката е права линия. Прави се извода, че движението на топчето е равноускорително

**Таблица 2.** Данни за координатата и времето от снимката на фиг. 6

|         |   |     |     |     |     |
|---------|---|-----|-----|-----|-----|
| $t$ (s) | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| $x$ (m) | 0 | 0,1 | 0,4 | 0,9 | 1,6 |

**Таблица 3.** Данни за  $x$  и  $t^2$ 

|           |   |      |      |      |      |
|-----------|---|------|------|------|------|
| $x$ (m)   | 0 | 0,1  | 0,4  | 0,9  | 1,6  |
| $t^2$ (s) | 0 | 0,04 | 0,16 | 0,36 | 0,64 |

**Фигура 7.** Графика на зависимостта  $x = x(t^2)$ 

### Заключителни бележки

Описаният методически подход е свързан със създаване на нови модели при съвместната дейност на учителя и учениците. Оттук произтича и неговата евристична същност. Новите модели са графични (схеми, диаграми, таблици, графики на функционални зависимости между физични величини) и знакови математически (формули за физични величини и закони).

Подходът е експериментиран при изучаване на раздел „Кинематика“, десети клас, раздел „Ток в различни среди“, девети клас, раздел „Топлинни явления“, осми клас в Средното общообразователно училище „П. Хилендарски“, Пловдив. Резултатът от прилагането на подхода е формиране на трайни, системни и задълбочени знания за изучаваните процеси и явления у учениците, а така също и развитие на уменията им за работа с модели, интерпретация и основни интелектуални мисловни операции – анализ, синтез, конкретизация, обобщаване и др. Всичко това, от своя страна, повишава качеството на учебния процес по физика.

## ЛИТЕРАТУРА

- Антонова, Л.А. (1983). *Нагледността в обучението по химия*. София: Народна просвета.
- Каменецкий, С.Е & Солодухин, Н.А. (1982). *Модели и аналогии в курсе физики средней школы*. Москва: Просвещение.
- Радев, П. (1996). *Дидактика и история на училищното обучение*. Пловдив: Унив. изд. „Паисий Хилендарски“.
- Wells, M., Hestenes, D. & Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. *Amer. J. Phys.*, 63, 606-619.

## FORMATION OF A NEW KNOWLEDGE THROUGH GRAPHICAL MODELING IN PHYSICS EDUCATION

**Abstract.** The author offers a novel approach for the formation of new knowledge in physics education in secondary school. It is associated with the inclusion of graphical modeling of the physical laws, processes and phenomena. Such approach enriches the theory and practice of teaching physics with new ideas for building a system of student knowledge and skills for working with models, interpretation and logical thinking.

✉ **Dr. H. Petrova**

Department of Physics Education  
Paisii Hilendarski University of Plovdiv,  
Plovdiv, Bulgaria  
E-mail: hrpetrova@yahoo.com