

ДИДАКТИЧЕСКИ АСПЕКТИ НА ГРАФИЧНОТО МОДЕЛИРАНЕ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

Доц. д-р Христина Петрова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Христина Атанасова

Средно училище „Черноризец Храбър“ – Пловдив

Резюме. Във фокуса на вниманието на статията е графичното моделиране в обучението по физика. Представена е спецификата на графичните модели: физични графики, термодинамични диаграми, вектори, силови линии, осцилограми, компютърни графични модели и други. Акцентираща се на дидактическите възможности за прилагане на графично моделиране в обучението по физика. С оглед разгръщане на вътрешната структура на метода графичното моделиране се разглеждат основните похвати, които могат да се използват. Представени са възможности за прилагане на компютърно графично моделиране в обучението по физика.

Ключови думи: графично моделиране; дидактически възможности; обучение по физика

Методът моделиране в познанието и в обучението

Общите методи на познание са твърде разнообразни. Първата група обхваща методите, които се използват на емпирично равнище на познание. Такива са наблюдението, измерването, експериментът, емпиричното обобщение. Втората група методи се използват както на емпирично, така и на теоретично равнище на познание. Към тях се отнасят: анализът, синтезът, сравнението, аналогията, индукцията, дедукцията, моделирането, абстрахирането, конкретизацията, класификацията, систематизацията (Nikolov, Mavrova 1993).

Методът на моделирането се използва на емпирично и на теоретично равнище на познание. Той е приложим във всички науки, на всички етапи от научното познание. Евристичната му сила се състои в това, че всеки сложен обект става достъпен за задълбочено и всестранно изучаване.

Моделният характер на съвременната наука предполага използване на моделирането и в обучението. Това е свързано с необходимостта от формиране на научно-теоретично мислене у учениците.

Моделирането в учебния процес има своите специфики. Затова приемаме използвания от Л.М. Фридман термин „дидактическо моделиране“ (Fridman 1982).

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

Дидактическото моделиране е сложна дейност, състояща се от анализ на учебния материал, преобразуването му в знаково-символични образи (модели), работа с моделите и съпоставяне на резултатите, получени с тяхна помощ с реалността.

Учебните модели са нагледни средства и като такива, те са свързани с принципа за нагледност и онагледяването в учебния процес. Използват се на ниво абстрактно-теоретично мислене. На учениците може да се предложи следното определение за модел. Учебният модел е избрана или изкуствено създадена система, която се намира в определени съотношения с изучавания обект. Той замества даден обект, което позволява по-достъпното му изучаване. Учениците разбират и осмислят това понятие в процеса на работа с учебните модели.

Съществуват различни класификации на моделите. Според нас за целите на обучението по природонаучните дисциплини, в частност по физика, е подходяща класификацията на моделите, предложена от В.А. Щоф (Shtoff 1963). В нея моделите се разглеждат като материални и идеални според начина на построяване. Материалните модели съществуват реално и могат да се възприемат непосредствено сетивно. Идеалните модели биват: знакови, знаково-символични, графични и компютърни модели.

В статията представя виждането на авторите за видовете модели в обучението по физика.

Материалните модели са подразделени като пространствено подобни на оригинала и физически подобни на оригинала. Пространствено подобните модели възпроизвеждат в умален или в увеличен вид различни реални обекти, като съществува геометрично подобие между обекта и модела. В обучението по физика с тях се илюстрират различни физични обекти. Такива са модел на електродвигател, модел на парна машина и др.

Физически подобните на оригинала модели са модели аналози, при които се използват свойствата на един обект за възпроизвеждане свойствата на друг обект. В обучението по физика те се използват за представяне на различни физични обекти, процеси и явления. Такива са макети, модели, рисунки, учебни фотографии.

Идеалните модели в обучението по физика се подразделят на: знакови, графични, образни (иконични) и компютърни модели. Знаковите модели се отличават с висока степен на абстрактност. За обучението по физика имат значение физическата и математическата знакова система. Това позволява да се разделят

знаковите модели на „математически“ и „знакови физически“. От математическите модели за обучението по физика имат значение алгебричните, геометричните и квантово-механичните модели. Към знаковите физически модели се отнасят: символичните означения на физични величини, формулите на физични закономерности, схемите на електрически вериги, схемите на опитни постановки, графичните илюстрации на условия на физични задачи и др.

Графичните модели, които се използват в обучението по физика, са многообразни: физични графики, термодинамични диаграми, осцилограми, силови линии, векторни диаграми, енергетични диаграми в атомната физика, потенциални криви в ядрената физика, компютърни графични модели и др. Компютърните графични модели възпроизвеждат физични обекти и явления в компютърни схеми, графики, анимации.

За овладяване метода дидактическо моделиране от учениците не е достатъчно само да им се демонстрират учебни модели и да им се показва процесът на моделиране на процеси и явления, които изучават. Необходимо е също те сами да построяват модели, да изследват обекти и явления с помощта на моделиране.

Графично моделиране в обучението по физика

Понастоящем графичното моделиране се използва в обучението по различни учебни предмети – математика, физика, химия, биология, география, рисуване, компютърна графика и др. От сравнителното изучаване на възможностите на графичното моделиране в различните учебни предмети логично те са най-големи в обучението по физика и математика. Тук съществуват интересни разработки (Ornek 2008; Halloun 1996; Beichner 1994; Petrova 2001; Milushev, Boykina 2002).

Според Л. И. Резников графичното моделиране в обучението по физика е нагледен начин за представяне на количествения ход на физичната закономерност във вид на геометричен образ (Reznikov 1960). Л.И. Резников разглежда прилагането на графично моделиране при решаване на физични задачи. Според него методът, от една страна, прави нагледно и разбираемо физичното явление, а от друга, отчитайки нивото на математическа подготовка на учениците, графичното решение на задачата често е единствено възможно за средното училище.

Графичното моделиране се разглежда в обучението по физика като метод, при който се използват графични модели на физични обекти, физични явления и физични закономерности, които представят техни определени елементи, свойства, отношения с относително тъждествени релации и аналогии при спазване на критерии за подобие и опериране с тях. Графичните модели, които се използват в обучението по физика, са: физични графики, термодинамични диаграми, вектори, силови линии, осцилограми, диаграми за представяне на енергетичните нива в атомната физика, потенциални криви в ядрената физика, компютърни графични модели и др. Всеки графичен модел има своята специфика. Представяме

характерните особености на някои от най-често използваните графични модели в обучението по физика.

Физичната графика представя функционална зависимост между физични величини с помощта на линия. Тя е конкретна и същевременно се характеризира с висока степен на абстрактност. Физичната графика е много важен инструмент за анализ на зависимости между величини, чиято ефективност зависи от компетентността на този, който я използва.

Силовите линии са графичен способ за онагледяване на поле.

Термодинамичните диаграми биват: графики на изменение на състоянието на еднофазна система – изотерма, изобара, изохора, диаграма на кръгов процес, и фазови диаграми – крива на топене, крива на кипене, крива на втвърдяване.

С помощта на векторни диаграми учениците представят векторни физични величини, определят равнодействаща на сили с еднакви или противоположни посоки, прилагат принципа на суперпозицията за електростатично взаимодействие между електрични заряди.

Енергетичните диаграми служат за представяне на енергетичните нива на електроните в атома и възможните преходи между тях. По този начин учениците се запознават със спектъра на водородния атом и на други атоми, а също и с физическите основи на квантовата електроника.

Осцилограмите са особен вид графики, непосредствено свързани с опитна постановка,менящи се динамично. Основните им методически възможности са работа на учениците с готови осцилограми и решаване на експериментални задачи по готови осцилограми. В обучението по физика те се използват за формиране на понятия за основни физични явления като модулация, демодулация, затихване на трептения и основни физични закономерности – хистерезисна крива, волт-амперна характеристика и др.

Най-често използвани в обучението по физика са физичните графики. В тази връзка, в частност, графичното моделиране е нагледен метод за описание и обяснение на физични закони, процеси и явления чрез графично представяне и анализ на функционални зависимости между характерни за тях физични величини. Всяка физична графика има външна (графична) и вътрешна (съдържателна) структура. Съдържателната структура е много важна за осмисляне и разбиране от учениците. Тя представлява съдържанието на конкретната графика, представено под формата на мисловни операции. Например: връзката между кои физични величини е представена на графиката; какви са единиците за измерване на физичните величини; какъв мащаб е използван за величините на координатните оси; какви стойности на функцията съответстват на определени стойности на аргумента или обратно; какъв е характерът на функционалната зависимост, представена графично; кои са специфичните особености на разглежданата зависимост. Съдържателната структура на физичната графика определя методиката за работа с нея.

Дейността на учителя по физика при обучение с графично моделиране включва следните действия: подбор и подреждане на графичната информация в посока усложняване на формиращите се образи; представяне на тази информация в подходящи нагледни средства; разработване и използване на методика за работа с графичните модели.

Основните етапи в дейността на ученика при прилагане на графично моделиране могат да се представят по следния начин: зрително възприема графичния модел; слуша обясненията на учителя; осъзнава съществени признаци, връзки и отношения; осмисля възприетото и в съзнанието му се формира пространствен образ; усвоява съдържателната същност на графичния модел; усвоява начина на разчитане на графичния език и уменията за интерпретация.

Основните дидактически възможности за прилагане на графично моделиране в обучението по физика са: в уроците за нови знания; при систематизация и обобщение на знанията; при решаване на физични задачи; при изпълнение на лабораторни работи и физически практикуми.

В уроците за нови знания по физика с помощта на графични модели се реализират следните дидактически цели: формиране на основни физични понятия, систематизация и обобщение на знанията, стимулиране на познавателната активност на учениците; осъществяване на междупредметна връзка физика – математика, развитие на творческите способности на учениците.

Тъй като връзката на изучавана физична величина с други величини се изразява във вид на функционална зависимост, графичното представяне на тази зависимост е много ценно дидактическо средство за разкриване съдържанието на понятието и за неговото формиране. Анализът на графики също играе роля за разкриване съдържанието на основни физични понятия и на връзката им с други такива. При това учениците запомнят съществени страни на физични явления и осмислят връзката между величините, които ги характеризират количествено.

Систематизацията на знанията в процеса на обучение придобива голямо значение в настояще време. Един от най-нагледните, рационални и ефективни начини за систематизация и обобщение на знанията за физичните закономерности е с помощта на графики.

Графичната нагледност заема важно място при самостоятелната работа на учениците. Самостоятелната работа с графични дидактически материали е особено полезна за правилното разбиране и осмисляне на основни физични понятия и формиране на съответни умения. По такъв начин се активизира познавателната им активност.

Графичното моделиране в обучението по физика спомага за правилно формиране на общи физико-математически понятия, а от друга страна, компенсира липсата на достатъчна математическа подготовка при изучаване на някои въпроси от физиката.

При прилагане на графично моделиране се формират и проверяват интелектуалните умения на учениците – да анализират, обобщават, абстрахират, класифицират, систематизират научни факти, процеси, явления, да правят собствени изводи (в това число и оценъчни).

Основните похвати на графичното моделиране, които могат да се прилагат в уроците за нови знания, са: построяване на физични графики, съчетаване на графики и рисунки, анализ на построени графики, използване на графично представяне за получаване на формула на функционална зависимост на основа графично представяне, работа със схематични графики, използване на компютърни графични модели и др.

Графичното моделиране може да се прилага успешно при решаване на физични задачи. Л.М. Фридман и Б.К. Дамитов дефинират графичния метод за решаване на физични задачи като метод за получаване на численото решение на задачата по пътя на построяване или анализ на графики (Fridman, Damitov 1987). Основните похвати на графично моделиране, които могат да се използват от учителя и от учениците при решаване на физични задачи, са: представяне на условието на задачата с подходяща графична илюстрация; графично оформление, възникващо в процеса на решаване на задачата; вариране на чертежите при решаване на графични задачи и др. Решаването на графични задачи играе съществена роля за формиране и развитие на графичните знания и графичните умения на учениците.

Преподаването на физика е свързано с провеждане на демонстрационни опити и лабораторни работи. В методически план има две възможности за графично представяне на експериментални резултати: учениците построяват графиките самостоятелно на работни листове или в учебни тетрадки и учениците използват компютърни програми, като въвеждат числените стойности на физичните величини и графиката се построява автоматично в хода на експеримента.

Графичното моделиране е много мощен нагледен метод в обучението по физика. Той е в основата на овладяване на графични знания и графични умения от учениците. Уменията за построяване на графики и за интерпретация на графични модели са дефинирани като част от необходимите ключови компетентности, които формират „умения за живот“. Те са съществени умения, които учениците трябва да усвоят и развият чрез решаване на задачи и провеждане на физични експерименти.

По мнение на авторите графичното моделиране и неговите възможности се използват недостатъчно в училище. В тази връзка, водещата ни идея е за реализиране на целенасочено, системно и специално обучение на учениците за работа с графични модели. Вижда се ролята на учебния предмет физика в следните направления: (1) учениците да се обучават да назовават графичните модели с точните им наименования; (2) учителят да разкрива постепенно съществените признаци на графичните модели; (3) учителят да използва разнообразна методика за работа с графични модели: описание и обяснение, съчетаване с физична

демонстрация, обсъждане на съдържателната структура на графичния модел чрез беседа с учениците, самостоятелно съставяне на схеми, попълване на таблици, построяване на графики, извличане на информация от графики, диаграми и др.

Напоследък в обучението по физика компютърното моделиране се превърна в равнопоставен методически компонент на преподаване наред с теоретичните модели, демонстрационния експеримент и лабораторния експеримент. Компютърното графично моделиране е процесът на създаване на информационни графични модели на компютър.

С цел графично моделиране на функционални зависимости между физични величини в обучението по физика могат да се използват програмите Mathematica, Photomath, Advanced Grapher, Sigma Plot и други. Графичното представяне на физичните закони може да се реализира и с помощта на интернет ресурса Wolfram Mathematica¹. До него има свободен достъп и той може да се използва от учениците в часовете по физика.

Програмите Cricket Graph, Sigma Plot, Table Curve, Corel Draw може да се прилагат графичната част на лабораторните упражнения по физика. Те обезпечават чертане на равнинни графики, диаграми и други приложения на илюстративната графика.

Прилагането на компютърно графично моделиране повишава интереса на учениците към учебния предмет физика и познавателната им активност. Този начин на моделиране съдейства за развитие на пространствено-конструктивното мислене на учениците.

Заклучение

Необходимостта от използване на графичното моделиране в обучението по физика се определя от преимуществата му: лаконичност, обективност и икономичност; универсалност, инвариантност, достъпност; бързо и лесно се разграничават познавателни структури; акцентира се върху най-важното и същественото; предават се ясни структури на съответни познавателни структури; стимулира се зрителната памет и се развива наблюдателността; достъпност на графичните модели за учениците от различна училищна възраст. Графичното представяне е по-пестеливо и по-компактно от словесното. То се използва при изследване на процеси, аналитичното описание на които е недостъпно за учениците в ранни стадии на процеса на обучение. Графичните упражнения изискват по-малка логическа напрегнатост. Те обезпечават връзка на мисловната дейност на учениците и техните действия.

Системното и целенасочено прилагане на графичното моделиране предполага повишаване качеството на обучението по физика. При това се постигат целите: ефективно онагледяване на учебния процес; формиране на трайни и задълбочени знания за основни физични понятия и закони; формиране и развитие на графични умения. В процеса на усвояване на графични знания и формиране на графични

умения се променя и усъвършенства личността на ученика. Повишава се равнището на графичната му грамотност и се формира и развива графичната му култура.

БЕЛЕЖКИ

1. <https://www.volframalfa.com>

ЛИТЕРАТУРА

НИКОЛОВ, С.А. & МАВРОВА, Р., 1993. *Методи на научното познание*. Пловдив: Макрос 2000.

РАДЕВ, П. 1996. *Дидактика и история на училищното обучение*. Пловдив: П. Хилендарски.

ПЕТРОВА, Х., 2001. Ефективност на използване на графичен метод в обучението по физика в средното училище, *Физика*, № 6, с. 35 – 39.

МИЛУШЕВ, В. & БОЙКИНА, Д. 2002. *Методи и методика за решаване на задачи (от училищния курс по алгебра и анализ)*. Пловдив: П. Хилендарски.

РЕЗНИКОВ, Л.И., 1960. *Графический метод в преподавании физики*. Москва: Учпедгиз.

ФРИДМАН, Л.М., 1982. *Моделирование в учебной деятельности*. Москва: Педагогика.

ФРИДМАН, Л.И.; ДАМИТОВ, Б.К. 1987. *Физические задачи и методы их решения*. Алма-Ата: Мектеп.

ШТОФФ, В. А., 1963. *Роль моделей в познании*. Ленинград: ЛГУ.

BEICHNER, R.J. 1994. Testing students interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, vol. 62, no 8, pp. 750 – 756.

HALLOUN, I. A. 1996. Schematic modelling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science teaching*, vol. 33, no 9, pp. 1019 – 1041.

ORNEK, F., 2008. Models in Science Education: Application of models in learning and teaching Science. *International Journal of Environmental and Science Education*. Vol. 3, no 2, pp. 35 – 45.

REFERENCES

BEICHNER, R.J., 1994. Testing students interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, vol. 62, no. 8, pp. 750 – 756.

FRIDMAN, L.M., 1982. *Modelirovanie v uchebnoi deyatelynosti shkolynikov*. Moskva: Pedagogika.

HALLOUN, I. A. 1996. Schematic modelling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science teaching*, vol. 33, no 9, pp. 1019 – 1041.

- MILUSHEV, B. & BOYKINA, D., 2002. *Metodi i metodika za reshavane na zadachi ot uchilishtniya kurs po algebra i analiz*. Plovdiv: P. Hilendarski.
- NIKOLOV, S.A. & MAVROVA, R., 1993. *Metodi na nauchnoto poznanie*. Plovdiv: Macros 2000. [In Bulgarian].
- ORNEK, F., 2008. Models in Science Education: Application of models in learning and teaching Science. *International Journal of Environmental and Science Education*. Vol. 3, no. 2, pp. 35 – 45.
- PETROVA, H. 2001. Efektivnost na izpolzване na grafichen metod v obuchenieto po fizika v srednoto uchilishte. *Fizika*, no. 6, pp. 35 – 39. [In Bulgarian].
- RADEV, P., 1996. *Didaktika i istoriya na uchilishtnoto obuchenie*. Plovdiv: P. Hilendarski. [In Bulgarian].
- REZNIKOV, L.I., 1960. *Graficheskiy metod v prepodavanii fiziki*. Moskva: Uchpedgiz.
- SHTOFF, V.A., 1963. *Roly modeley v poznanii*. Leningrad: LGU.

DIDACTIC ASPECTS OF GRAPHIC MODELING IN PHYSICS EDUCATION

Abstract. Our focus is on graphic modeling in Physics education. The specificity of the graphic models: physics graphs, thermodynamic diagrams, vectors, force lines, oscillograms, computer graphic models are presented. Emphasis is put on the didactic possibilities for usage of graphic modeling in Physics education. In order to develop the internal structure of graphic modeling, the main techniques that can be used are considered. Possibilities for applying computer graphic modeling in Physics education are presented.

Keywords: graphic modeling; didactic possibilities; physics education

✉ **Dr. Hristina Petrova, Assoc. Prof.**

ORCID ID: 0000-0001-8904-0794

Department of Educational technologies

Faculty of Physics and Technology

Plovdiv University “P. Hilendarski”

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: hrpetrova@yahoo.com

✉ **Mrs. Hristina Atanasova**

Secondary School “Chernorizets Hrabar”

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: xristina.atanasova@cherhrab.com