

ФОРМИРАНЕ НА ГРАФИЧНА ГРАМОТНОСТ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА В СРЕДНОТО УЧИЛИЩЕ

Христина Петрова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Резюме. Представен е дидактически модел за формиране на графична грамотност на учениците в обучението по физика в средното училище. Той включва целеви блок, съдържателен блок, процесуален блок и контролен блок. Разгледано е съдържанието на всеки от посочените блокове. Съдържателният блок включва компонентите на графична грамотност: когнитивен (графични знания) и дейностен (графични умения).

В процесуалния блок са представени дидактическите принципи, методите, похватите, дидактическите средства за формиране и развитие на графичната грамотност на учениците. Контролният блок обезпечава диагностика на нивото на сформированост на графичните знания и графичните умения на учениците. В тази връзка, може да се осъществи предварителен, текущ и заключителен контрол.

Този модел е много добра основа за разработване на методика на обучението по физика с цел формиране на графична грамотност на учениците.

Ключови думи: дидактически модел; графични знания, графични умения; обучение по физика

Увод

Една от най-съществените и значими характеристики на съвременността е бързото навлизане на информацията и информационните технологии в живота на хората. В съответствие с този факт нараства и потребността от по-адекватни и съответно ефективни средства за представяне и възприемане на информацията. В тази връзка, се актуализира проблема за графичното представяне на информацията. Той намира своето място и в рамките на стратегията на българското образование. Ето защо в условията на съвременното развитие на масовите комуникации основни цели на средното образование са формиране на знания за методите за графично представяне на учебната информация, формиране на графични умения, а също и използване на тези знания и умения в репродуктивната и творческата дейност на учениците.

В детайлизирано изследване на уменията на учениците да строят графики, Brasell и Rove установяват, че една пета част от учениците нямат адекватни графични умения (Brasell & Rowe 1993). Според изследователите учениците не разбират основните свойства и функции на графиките в представянето на функционални връзки между физичните величини. В това изследване авторите потвърждават, че коректността на графиката се основава на правилното представяне на данните и разбиране на целта на графиката.

Фактът, че много ученици в средното училище, или дори студенти на университетско ниво, нямат способността да разбират и интерпретират графики във физиката, не е нов. Уменията на учениците и на студентите да интерпретират графики, са обект на някои изследвания (Arons 1983; Beichner 1994; Bill 2000; Mc Dermott, Rosenquist & van Zee 1987; Roth 2002).

Някои от авторите отбелязват често срещани трудности от учениците при работа с кинематични графики (McDermott, Rosenquist & van Zee 1987). Те свързват тези трудности с преминаване от графика в едни координати в графика в други координати, с интерпретиране на площта под линията на графиката, както и с наклона на линията на графиката.

Проведен е тест за проверка на уменията за интерпретиране на графики от кинематика. Въпреки че учениците са получили инструкции за работа с графики, 40 % от тях се справят успешно (Beichner 1994). Те срещат трудности при работа с графиките: координата – време, скорост – време, ускорение – време.

Според О.В. Бурлакова и Н. И. Одинцова за формиране на графичните умения като общоучебни умения е необходимо специално обучение. В тази връзка, те разработват избран курс „Таблица. Графика. Формула“ (Burlakova & Odintsova 2010).

Christopher Deacon отбелязва значението на графиките за обучението по физика (Deacon 1999). Според него уменията да се построяват и интерпретират графики, са съществени умения, които учениците по физика трябва да усвоят първо с лист и химикал и след това да ги развият чрез много физични експерименти и решаване на задачи, които включват построяване на графики и извличане на информация от построени графики.

Графичните знания и умения са инструмент на познание. Те са фактор за изграждане на положителна мотивация за учене и компетентност. Играят също важна роля и в професионалната подготовка на учениците.

Въпреки изискванията по ДООИ за овладяване на тези знания и умения те не са на необходимото равнище в българската образователна система. Изследванията на програмата PISA в България относно формиране на графични умения в извадка от 15-годишни ученици показват, че постиженията на учениците за работа с графики са под средните в световен мащаб.¹

Дидактически модел за формиране на графична грамотност в обучението по физика

В педагогическа енциклопедия се отбелязва, че графичната грамотност в училище е съвкупност от елементи на обучение, насочени към изработване у учениците на умения да създават и разчитат графични изображения, да преминават от обекти и процеси от друг вид към техни графични изображения (Pedagogicheskaya, pp. 613 – 614).

Според Л.И. Резников графична грамотност притежават учениците, които боравят с термините, назоваващи графичното изображение, и разбират смисъла му (Reznikov 1960).

Според нас графичната грамотност е съвкупност от знания за графичния метод, графични умения и способностите на учениците да използват тези знания и умения в репродуктивна и творческа дейност (проектна, производствена, научна и др.)

Представен е дидактически модел за формиране на графична грамотност на учениците в обучението по физика в средното училище. Той включва цели, съдържателен, процесуален и контролен блок.

Целевият блок представя целта, а именно формиране на графична грамотност на учениците в обучението по физика в средното училище. Тази цел се конкретизира в следните задачи: (1) обезпечаване на усвояването на графични знания, способстващи за повишаване графичната грамотност на учениците; (2) обезпечаване на усвояване от учениците на комплекс от графични умения.

Съдържателният блок включва компонентите на графичната грамотност: когнитивен и дейностен (операционален). Когнитивният компонент включва графичните знания на учениците. Дейностният компонент включва графичните умения.

Най-общо графичните знания са знания за начините за условно графично представяне на обекти, процеси и явления, за нормите и правилата за построяване на графични изображения. В труда си „Формирование графических знаний и навыков учащихся“ Б. Ф. Ломов дефинира графичните знания като знания за графичните изображения и техните особености, както и целия комплекс от знания, които ученикът получава с тяхна помощ и е възможно да обясни и осмисли чрез тях (Lomov 1959).

В обучението по физика графичните знания могат да се разглеждат като знания за графичните модели и тяхното построяване, както и физичните знания, които ученикът получава с тяхна помощ. Графичните модели, които се използват в обучението по физика, имат своята специфика. Те представят различни особености на физични обекти, физични закономерности и физични явления. По различен начин се използват изразни средства. Графичните модели, които се прилагат в обучението по физика, са: физични графики, термодинамични диаграми, осцилограми, силови линии, векторни диаграми, енер-

гетични диаграми в атомната физика, потенциални криви в ядрената физика, векторни диаграми, учебни фотографии, компютърни графични модели и др.

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

Термодинамичните диаграми биват:

- графики на изменението на състоянието на еднофазна система, които представят функционални зависимости между физични величини – изотерма, изобара, изохора, диаграма на кръгов процес;
- фазови диаграми – криви на топене, кипене, втвърдяване и др. Те се характеризират с това, че всички точки от диаграмата имат физичен смисъл. Начертаната линия представя функционална зависимост между физични величини и указва границите между фазовите области.

Силовите линии представляват криволинеен или праволинеен отрязък със стрелка в средната част. Те са графичен модел за онагледяване на поле – електрично поле, магнитно поле.

С помощта на векторни диаграми учениците представят векторни физични величини, определят равнодействаща на сили с еднакви и с 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. С тяхна помощ учениците се запознават със спектъра на водородния атом и други атоми, а също и с физическите основи на квантовата електроника.

Осцилограмите са особен вид графични модели, непосредствено свързани с опитна постановка. Те се менят динамично. Методическите възможности на осцилограмите 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 знания за основни физични закономерности, като волт-амперна характеристика, хистерезисна крива и др., както и за основни физични явления като модулация, демодулация, затихване на трептения и др.

Чертежите, рисунките, учебните фотографии са образни (иконични) модели, които също се използват в обучението по физика. Рисунките, съпровождащи физичния учебен експеримент, съдействат за развитие на наблюдателността на учениците, а също и на умения да се отдели предметът от действителността, да се определят съществените признаци на физичните обекти и явления. Учебните фотографии могат да се използват при формира-

не на нови знания за физични обекти и явления, за формулировка на условието на физична задача, за оформяне на учебни албуми и др.

Напоследък в обучението по физика компютърното моделиране се превърна в равнопоставен методически компонент на преподаване наред с теоретичните модели, с демонстрационния експеримент и лабораторния експеримент. Компютърните графични модели в обучението по физика възпроизвеждат физични обекти и явления в компютърни схеми, графики, анимации. Те отразяват основните им характеристики и връзки. Прилагането на компютърното моделиране активизира познавателната активност на учениците и повишава интереса им към учебния предмет физика.

Дейностният компонент на графичната грамотност включва графични умения. Основните графични умения, които се формират у учениците в обучението по физика, са: умения да построяват графика на функционална зависимост между физични величини и умения да анализират построена физична графика. Уменията за анализ на графика включват:

- умение за словесно описание и обяснение на физичен процес, вид движение и др.;
- умение за определяне числените стойности на физични величини от построена графика;
- умение за определяне на формулата за графично представена зависимост;
- умение за графично представяне на физичен процес, движение, физично явление от една координатна система в друга координатна система и др.

В процесуалния блок са представени дидактическите принципи, методите, похватите, дидактическите средства за формиране и развитие на графичната грамотност на учениците.

В качеството на частнометодически, ние акцентираме на следните принципи за организация на процеса на формиране на графична грамотност: диферинциация, представяне на учебната информация по физика с помощта на графични модели, когнитивна визуализация, алгоритмизация на графичните действия.

Принципът на когнитивна визуализация се състои в необходимост от формиране на понятия за физични величини, явления и закономерности на основата на чувствено възприятие на техните графични изображения от учениците. Този принцип предполага създаване на визуална учебна среда, която представлява съвкупност от условия за обучение, при които се поставя акцент на използване на визуално мислене.

С оглед формиране на графични знания и умения, учителят по физика може да представи информацията за построяване и анализ на физична графика под формата на алгоритми. Учениците възприемат алгоритъма, след което го

прилагат многократно при решаване на графични задачи. За всеки ученик са необходими определен брой упражнения и учителят трябва да отчита това.

С цел активизация на познавателната дейност на учениците при формиране на графична грамотност методически целесъобразно е съчетаване на графичното моделиране със словесните методи (беседа, обяснение, проблемно изложение) и практическите методи (решаване на физични задачи).

Според Л. И. Резников графичното моделиране в обучението е метод за нагледно представяне на учебната информация с помощта на графични модели и опериране с тях (Reznikov 1960).

Разглеждаме графичното моделиране 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.

Според нас основните похвати на графичното моделиране, които могат да се използват както от учителя, така и от учениците в обучението по физика, са: построяване на физични графики, анализ на построени графики, графично представяне на експериментални резултати, вариране на чертежите при решаване на физични задачи, работа със схематични графики, графично представяне на физични процеси и видове движения в различни координатни системи, построяване на компютърни физични графики и последващ анализ и др.

При реализация на графичното моделиране в обучението по физика се проявяват две принципно различни дейности: ръководната дейност на учителя и познавателната дейност на ученика. В най-общ план дейността на учителя представяме по следния начин: (1) подбор и подкреждане на графичната информация в посока усложняване на формиращите се образи; (2) представяне на тази информация с подходящи нагледни средства; (3) разработване и прилагане на методика за работа с графичния модел, която изисква самостоятелното му разчитане и осмисляне от ученика под ръководството на учителя.

При прилагане на графично моделиране ученикът извършва следните учебни действия: (1) зрительно възприема графичния модел; (2) слуша обясненията на учителя; (3) осъзнава съществени признаци, връзки и отношения; (4) осмисля възприетото (в съзнанието му се формира пространствен образ); (5) усвоява съдържателната същност на графичния модел.

Основните дидактически средства за формиране на графична грамотност в обучението по физика са: графичните нагледни средства, графичните задачи, графичните дидактически материали, компютърните презентации.

Съществува необходимост от решаване на графични задачи на основата на експериментални резултати. По такъв начин с конкретни примери учениците ще усвоят уменията за построяване на физична графика. От методична гледна точка, това е най-достъпният начин за първоначално формиране на

графични умения. При решаване на задачи за построяване на графика учениците се подготвят и за решаване на задачи за анализиране на физични графики.

В качеството на основни средства на обучение за формиране на графична грамотност могат да се използват задачи, свързани с преходи между различни модели на функционални зависимости между физични величини: словесни, аналитични, графични.

Решаването на графични задачи трябва да бъде системно, целенасочено и да се подчинява на общ подход на работа на учителя и на учениците. Едно от основните изисквания за решаване на графични задачи по физика е учениците да познават и анализират графиките на елементарните математически функции. В обучението по физика се прилагат преди всичко графики на линейна и квадратна функция.

Графичните дидактически материали предполагат самостоятелна работа с графики, схеми, чертежи и др. Самостоятелната работа е особено полезна за правилното разбиране и осмисляне на знанията от учениците.

Контролният блок обезпечава диагностика на нивото на сформираност на графичните знания и графичните умения на учениците. В тази връзка, може да се осъществи предварителен, текущ и заключителен контрол.

Предварителният контрол има за цел да диагностицира актуалното равнище на графичните знания и графичните умения на учениците. Предварителната диагностика мотивира избора на процедури, методи и средства за формиране и развитие на графичната грамотност на учениците.

Текущият контрол се провежда системно, в хода на обучението. Чрез него се установяват типични затруднения и характерни пропуски на учениците. Сравняването на постигнатите междинни резултати с поставените цели дава ориентири за регулиране на движението от началното към желаното състояние на ученика – по високо равнище на графична грамотност.

Заключителният контрол има за цел да провери съответствието между зададените основни цели и получените резултати.

Заключителни бележки

Графичните знания и умения имат обобщен характер, като интердисциплинарната им същност ги поставя в групата на т.нар.от методологията на науката метапредметни умения (универални умения).

Уменията за построяване и интерпретация на графики са дефинирани като част от необходимите ключови компетентности, които формират „умения за живот“.

Графичните знания и умения са инструмент на познание. Те са фактор за изграждане на положителна мотивация за учене и компетентност. Играят важна роля и в професионалната подготовка на учениците.

Методически целесъобразно е прилагането на графично моделиране и неговите възможности в обучението по физика в средното училище с цел формиране и развитие на графичната грамотност на учениците. В тази връзка, водещата ни идея е за реализиране на целенасочено, системно и специално обучение за работа с графични модели.

Предложеният дидактически модел е много добра основа за разработване на методика на обучението по физика, която да обезпечи формирането на графична грамотност на учениците.

БЕЛЕЖКИ

1. nces.ed.gov/surveys/pisa/

ЛИТЕРАТУРА

БУРЛАКОВА, О.В. & ОДИНЦОВА, Н.И., 2010. Обучение построению и анализу графиков по результатам эксперимента. *Физика в школе*, №7, с. 15 – 24.

Педагогическая энциклопедия, с. 613 – 614.

ЛОМОВ, Б.Ф., 1959. *Формирование графических знаний и навыков у учащихся*. Москва: Учпедгиз.

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

REFERENCES

BRASELL, H.M. & ROWE, B.M., 1993. Graphing skills among high school physics students. *School Science and Mathematics*, vol. 93, no. 2, pp. 63 – 70.

ARONS, A.B., 1983. Student patterns of thinking and reasoning, part one. *The Physics Teacher*, vol. 22, no. 1, pp. 21 – 26.

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

BILL, L., 2000. The difficulty of interpreting simple motion graphs. *The Physics Teacher*, vol. 38, no. 2, pp. 68 – 69.

MCDERMOTT, L.C., ROSENQUIST, M.L. & VAN ZEE, E.H., 1987. Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, vol. 55, no. 6, pp. 503 – 513.

ROTH, W., 2002. Reading graphs: contributions to an integrative concept of literacy. *Journal of Curriculum Studies*, vol. 34, no. 1, pp. 1 – 24.

BURLAKOVA, O.V. & ODINTSOVA, N.I., 2010. Obuchenie postroeniu i analizu grafikov po rezulytatam eksperimenta. *Fizika v shkole*, no. 7, pp. 15 – 24.

- DEACON, C., 1999. The importance of graphs in undergraduate physics, *The Physics Teacher*, vol. 37, no. 5, pp. 270 – 274.
- Pedagogicheskaya entsiklopediya*, pp. 613 – 614.
- REZNIKOV, L.I., 1960. *Graficheskiy metod v prepodavanii fiziki*. Moskva: Uchpedgiz.
- LOMOV, B.F., 1959. *Formirovanie graficheskikh znaniy I navyikov u uchastihsyu*. Moskva: Uchpedgiz.

FORMATION OF GRAPHIC LITERACY IN PHYSICS EDUCATION IN SECONDARY SCHOOL

Abstract. A didactic model for formation of students' graphic literacy in secondary school Physics education is presented. It includes a target part, a content part, a procedural part and a control part. The content of each of the specified parts has been examined.

The content part includes the components of graphic literacy: cognitive (graphic knowledge) and operative (graphic skills).

The procedural part presents didactic principles, methods, techniques and didactic tools for formation and development of students' graphic literacy. The control part provides diagnostics of the level of formation of students' graphic knowledge and skills. In this regard, preliminary, ongoing and concluding control can be carried out.

This model is a very good basis for developing teaching methodology in Physics education with the aim of forming students' graphic literacy.

Keywords: didactic model; graphic knowledge; graphic skills; Physics education

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

Department of Educational Technologies

University of Plovdiv

Plovdiv, Bulgaria

E- mail: hrpetrova@yahoo.com

ORCID ID 0000-0001-8904-0794