

ФОРМИРАНЕ НА ГРАФИЧНИ ЗНАНИЯ И УМЕНИЯ У УЧЕНИЦИТЕ ПРИ РЕШАВАНЕ НА ФИЗИЧНИ ЗАДАЧИ С ГРАФИЧЕН МЕТОД

Христина Петрова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Резюме. Класификация на графичните задачи в обучението по физика и алгоритми за решаването им са представени в настоящата статия. По този начин теорията и практиката на обучението по физика се допълват с нови идеи за формиране на графичните знания и умения на учениците. Графичните задачи и алгоритмите може да се конкретизират за разделите на училищния курс по физика: кинематика, динамика, топлинни явления, електричество, магнетизъм.

Keywords: graphical method, graphical skills, graphical problems, algorithms, physics education

Увод

Графичните знания и графичните умения са важен елемент от общата професионална образованост и култура на всеки човек. Те са необходими както при възприемане на информация, така и при представянето ѝ. Формирането и развитието на графичните знания и умения е важно условие за успех при обучение в училище, във висшите училища, а също и в по-нататъшната професионална дейност на човека. Ето защо в международните нормативни документи за развитие на европейските образователни системи графичните умения се приемат като част от ключовите компетентности на учениците.¹⁾ Те играят важна роля в обучението като инструмент на познание, като фактор за изграждане на графичната култура на учениците и на положителна мотивация за учене.

Голяма част от задачите, проверяващи компетентностите по математика и природните науки в международните изследвания PISA, имат графичен характер. Проверките по програмата PISA (Programme for International Student Assessment) за формирането на графични умения, проведени в България през 2006 и 2009 г., с представителна извадка от 15-годишни ученици, показват, че постиженията на учениците за работа с графики са под средните в световен мащаб (Петрова, 2010а). Въпреки регламентираните изисквания на Държавните образователни изисквания (ДОИ) за овладяване на тези умения те не са на необходимото ниво в българската образователна система.

Графичните знания и умения са свързани с основния дидактически принцип – принципа за нагледност. С графични модели учениците боравят в цялостната си познавателна и практическа дейност. Следователно графичната нагледност стои в основата на обучението.

Графичните умения се формират особено ефективно в обучението по математика и физика. Качествените особености на тези предмети и собствените им проблеми осигуряват възможности за това.

Физичният закон може да бъде представен словесно, аналитично (с формула), таблично и графично. Графичното представяне е най-нагледно, достъпно и информативно. В тази връзка графичният метод е ефективен и относително лесен за реализиране начин за формиране на графични знания и умения.

Резников (1960) обособява следните групи графични упражнения – „четене“ на графики, решаване на задачи с графичен метод и графично представяне на експериментални резултати. Той поставя акцент върху графичния метод за решаване на физични задачи, в частност графично диференциране и графично интегриране.

Интересът към проблематиката на графичния метод в обучението по физика се свързва с многофункционалната му изява. Тя включва: съчетаване на графичния метод и физичния учебен експеримент (Бурлакова & Одинцова, 2010; Никифоров, 2009), графичният метод като метод за изследване на природни явления (Сальник, 2000), графична интерполация и екстраполация (Агапов et al., 1982), графичен метод за решаване на физични задачи (Дамитов & Фридман, 1987; Райчева & Йорданов, 1999).

Във фокуса на вниманието на други автори са основните дидактически функции на графичния метод, а именно: формиране на основни физични понятия (Moore et al., 2010; Дедух, 1985; Иванов & Петрова, 1998; 2000), систематизиране и обобщаване на знанията на учениците (Desbian, 2008), самостоятелна работа с графични дидактически материали (Wall, 1997), за развитие на творческите способности на учениците, осъществяване на междупредметна връзка физика – математика.

Някои автори отразяват често срещани трудности от учениците при работа с графики (McDermott et al., 1987; Beichner, 1994).

Дидактическите възможности и достойнствата на графичния метод обуславят необходимостта от прилагането му като органична част от обучението по физика. По наше мнение обаче този метод се използва недостатъчно в училище. В резултат на направения от нас анализ на използване на графики и графични задачи в сега действащите учебници по физика за VII – XII клас обобщаваме: (а) графично се представят не всички физични закони, които се изучават. Например графично се представят законите за отражение и пречупване на светлината, законите за скоростта и пътя при равномерно, равноускорително и равнозакъснително движение, газовите закони за изотермен, изохорен и изобарен процес, законът на Ом, законът

на Вин за отместването на спектралния максимум, волт-амперната характеристика на фотоклетка, основните закономерности на фотоэффекта, зависимостта на специфичната енергия на атомните ядра от тяхното масово число, законът за радиоактивното разпадане; (б) в повечето случаи графиката на всеки закон представя схематично (в най-общ вид) функционалната зависимост между физичните величини; (в) ролята на графиката е, че представя функционалната зависимост между физичните величини, но не се използва за извличане на информация от нея; (г) предложените сравнително малко на брой графични задачи предполагат както построяване на графика, така и извличане на информация от построена графика.

Класификация на графичните задачи в обучението по физика и алгоритми за решаването им

Целта на настоящата разработка е представяне на ефективни средства за формиране на графични знания и умения у учениците в обучението по физика. В качеството на такива предлагаме графични задачи и алгоритми за решаването им.

Дамитов & Фридман (1987) дефинират графичен метод за решаване на физични задачи като начин за получаване на численото решение на задачата по пътя на построяване или анализ на графики. Според тях графичните задачи са вид задачи,

Таблица 1. Класификация на графичните задачи

ВИДОВЕ ГРАФИЧНИ ЗАДАЧИ		
<i>Построяване на физическа графика</i>	<i>Извличане на информация от физическа графика</i>	<i>Интерпретация на физическа графика</i>
По експериментално получени стойности на физични величини	Описание с думи и обяснение на физичен процес	Графично определяне на физична величина
По зададена с формула функционална зависимост	Определяне на формулата, съответстваща на графично представена зависимост	Преминаване от графично представяне в една координатна система в друга координатна система
Схематична графика	Определяне на числени стойности на физични величини от построена графика	Построяване на „семејство“ графики на еднотипни процеси, зададени в една координатна система, в други координатни системи

в които обектите и техните характеристики са зададени графично. Нашият опит за разделяне и систематизиране на графичните задачи в обучението по физика е представен в таблица 1.

Физическата графика представя функционалната зависимост между физични величини с помощта на линия.

Схематичната графика е графиката на функционалната зависимост между физичните величини, която я представя в най-общ вид – без числени стойности.

С оглед формиране на графични знания и умения учителят може да представи информацията за построяване, анализиране и интерпретиране на физически графики под формата на алгоритми. Учениците възприемат алгоритъма, след което го прилагат многократно при решаване на физичните задачи.

Някои препоръчителни правила

Алгоритъм за построяване на графика на функционална зависимост между експериментално получени стойности на физични величини

(1) Определяне в представената с формула зависимост на независимата и зависимата променлива физична величина; (2) Начертаване на правоъгълна координатна система; (3) Нанасяне на означенията на величините и единиците им в края на координатните оси: по абсцисната ос – на независимата променлива, по ординатната ос – на зависимата променлива; (4) Избор на подходящ мащаб за величините по съответните оси; (5) От всеки две съответни стойности на независимата и зависимата променлива, отчетени по координатните оси, се издигат перпендикуляри до пресичането им в точки – това са точки от графиката на функционалната зависимост; (6) Съединяване на получените точки. Колкото е по-голям броят на тези точки, толкова графиката е по-прецизна.

Алгоритъм за построяване на графика на функционална зависимост, представена с формула

(1) Определяне в представената с формула зависимост на независимата и зависимата променлива физична величина; (2) Задаване на стойности на независимата променлива и определяне по формулата на стойностите на зависимата променлива; (3) Нанасяне на стойностите от т. 2 в таблица; (4) Начертаване на правоъгълна координатна система; (5) Нанасяне на означенията на величините и единиците им в края на координатните оси: по абсцисната ос – на независимата променлива, по ординатната ос – на зависимата променлива; (6) Избор на подходящ мащаб за величините по съответните оси; (7) От всеки две съответни стойности на независимата и зависимата променлива, отчетени по координатните оси, се издигат перпендикуляри до пресичането им в точки; (8) Съединяване на получените точки.

Алгоритъм за построяване на схематична графика

(1) Построява се подходяща координатна система; (2) По осите се нанасят означенията на величините и единиците им; (3) Отбелязва се първоначалното състояние с точка; (4) Представа се графично изменението, като новите състояния се отбелязват с други точки; (5) Отделните точки се свързват с линии (прави или криви) в зависимост от вида на протичащите процеси.

Алгоритъм за словесно описание и обяснение на физичен процес

(1) Определят се величините, нанесени по координатните оси, и единиците им; (2) Определя се коя част от графиката представя съответния физичен процес, движение и др.; (3) Определя се видът на процеса (движение и др.); (4) Определя се начинът на изменение на физичните величини в различните участъци от графиката (растат, намаляват, остават постоянни).

Алгоритъм за определяне на числените стойности на физични величини от построена графика

(1) Определя се зависимостта на кои физични величини е представена графично; (2) Определя се мащабът за физичните величини по съответните оси; (3) Определят се началната, крайната и/или междинните точки от линията на графиката чрез построяване на перпендикуляри към координатните оси; (4) Определят се числените стойности на величините, съответстващи на тези точки.

Алгоритъм за определяне на формулата, съответстваща на графично представена зависимост

(1) Определят се физичните величини, нанесени по осите, и единиците за измерването им; (2) Определя се коя част от графичното изображение представя съответния физичен процес, движение и др.; (3) Определя се видът на процеса (движение и др.); (4) Определя се видът на функционалната зависимост по вида на графиката; (5) Определят се конкретните числени стойности на физичните величини; (6) Предвид закона за процеса (движение и др.) в общ вид и определените числени стойности на величините се записва формулата на функционалната зависимост.

Алгоритъм за графично определяне на физична величина

(Под графично определяне на физична величина разбираме определянето ѝ въз основа на графиката на функционалната зависимост между други, свързани с нея физични величини).

(1) Определя се зависимостта на кои физични величини е представена графично; (2) Определя се формулата, представяща връзката на търсената физична величина

с графично представените величини; (3) Определят се началната, крайната и/или междинните точки от линията на графиката чрез построяване на перпендикуляри към координатните оси; (4) Определят се числените стойности на величините, съответстващи на тези точки; (5) Определяне на търсената величина предвид връзката ѝ с графично представените величини и определените числени стойности от т. 4.

Алгоритъм за преминаване от графично представяне от една координатна система в друга координатна система

(1) От дадената графика се определят параметрите, характеризиращи първоначалното състояние, и стойностите им се пренасят на другите координатни оси; (2) В другата координатна система се изобразява първото състояние 1; (3) Определя се видът на процеса, представен графично, например с линия 1 – 2; (4) Анализира се процесът 1 – 2 (определя се как се изменят величините, които го характеризират); (5) Чертае се графиката на този процес в другите координати и се определя посоката на протичането му; (6) Определя се т. 2, съответстваща на другото състояние; (7) Анализира се процесът, изобразен графично с линията 2 – 3, и т. н.

Алгоритъм за построяване на „семејство“ графики на еднотипни процеси, зададени в една координатна система, в други координатни системи

(1) Избира се нова координатна система и се обозначават нейните оси; (2) Анализира се как зависят един от друг параметрите, съответстващи на новите координатни оси; (3) В границите на новото координатно поле с линии се ограничават стойностите на величините, които не се променят (например: начални стойности на V , p или T или крайни такива); (4) На новата графика се указва посоката на протичане на процесите; (5) Отчитат се особеностите на параметрите в началното и в крайното състояние.

Заклучителни бележки

Класификацията на графичните задачи, както и алгоритмите за решаването им, са адаптирани от нас към учебно съдържание, което е предмет на общозадължително изучаване в обучението по физика в VIII клас – раздели „Кинематика“ и „Топлинни явления“ (Петрова, 2010б).

Предложените графични задачи и алгоритмите за решаването им са експериментирани като един от основните елементи на технологичен модел, основан на системно и целенасочено прилагане на графичния метод при изучаване на раздели „Кинематика“ и „Топлинни явления“ в VIII клас в Средното общообразователно училище „Патриарх Евтимий“ и Средното общообразователно училище „Паисий Хилендарски“ – Пловдив. В резултат бяха постигнати целите: формиране и развитие

на графичните знания и умения на учениците, изграждане на умения за прилагане на физичните знания, бързо извличане на полезна информация и създаване на интерес у учениците за работа с графики.

Класификацията на графичните задачи и алгоритмите за решаването им може да се конкретизират и за други физични раздели, които се изучават в средното училище, например: динамика, електричество, магнетизъм и др.

БЕЛЕЖКИ

1. <http://www.alfa-trall.eu/wp-content/uploads/2012/01/EU2007-keyCompetencesL3-brochure.pdf>

ЛИТЕРАТУРА

- Агапов, Б.Т., Максютин, Г.В. & Островерхов, П.И. (1982). *Лабораторный практикум по физике*. Москва: Высшая школа.
- Бурлакова, О.В. & Одинцова, Н.И. (2010). Обучение построению и анализу графиков по результатам эксперимента: предпрофильный элективный курс. *Физика в школе*, №7, 15 – 24.
- Дамитов, Б.К. & Фридман, Л.И. &. (1987). *Физические задачи и методы их решения*. Алма-Ата: Мектеп.
- Дедух, В.А. (1985). К изучению понятий „путь“ и „перемещение“. *Физика в школе*, № 5, 40 – 41.
- Иванов, Д. & Петрова, Х. (1998). Графично представяне на законите за постоянните токове. *Физика*, 23(2), 25 – 28.
- Иванов, Д.Т. & Петрова, Х.Г. (2000). Графический метод изучения архимедовой силы и условия плавления тел. *Физика в школе*, № 5, 25 – 27.
- Никифоров, Г.Г. (2009). Повышение практической направленности курса физики. *Физика в школе*, №1, 8 – 13.
- Петрова, С. (2010а). *Училище за утрешния ден: резултати от участието на България в програмата за международно оценяване на учениците*. София: ЦКОКО.
- Петрова, Х. (2010б). Формиране на графични знания и умения на учениците чрез решаване на графични задачи върху топлинни явления. *Физика*, 35(4), 177 – 182.
- Райчева, А. & Йорданов, В. (1999). Формиране на умения чрез решаване на графични задачи. *Физика*, 24(1), 19 – 21.
- Резников, Л.И. (1960). *Графический метод в преподавании физики*. Москва: Учпедгиз.
- Сальник, И.В. (2000). *Графический метод исследования природных явлений в школьном курсе физики: диссертация*. Киев: Нац. педагогический университет им. М.П. Драгоманова.

- Beichner, R.J. (1994). Testing student interpretation of kinematic graphs. *Amer. J. Phys.*, 62, 750 – 762.
- Desbian, D.M. (2008). Graphs as a problem-solving tool in 1-d kinematics. *Phys. Teacher*, 46, 483 – 485.
- McDermott, L.C., Rossenquist, M.L. & Van Zee, E.H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: examples from kinematics. *Amer. J. Phys.*, 55, 503 – 513.
- Moore, J.C., Baker, J.C., Franzel, L., McMahon, D. & Songer, D. (2010). Graphical method for determining projectile trajectory. *Phys. Teacher*, 48, 612 – 614.
- Wall, J.D. (1997). *Introductory physics: a problem-solving approach*. Chicago: Insight Press.

DEVELOPING STUDENTS GRAPHICAL KNOWLEDGE AND SKILLS THROUGH SOLVING PHYSICAL PROBLEMS WITH GRAPHICAL METHOD

Abstract. Classification of graphical problems in physics education and algorithms for their solution are both presented. The application of graphs in teaching and learning Physics helps students to understand easier the meaning of natural laws.

✉ **Dr. Hristina Petrova**

Department of Physics Education
University of Plovdiv
E-mail: hrpetrova@yahoo.com