

Experiments

Учебен експеримент в природните науки

КОМПЮТЪРНИТЕ ОБРАЗОВАТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ В ЛАБОРАТОРНИТЕ УПРАЖНЕНИЯ ПО ФИЗИКА

Гергана Калпачка

Югозападен университет „Неофит Рилски“ – Благоевград

Резюме. В статията е представено едно от актуалните направления в съвременното образование, свързано с приложението на компютърните образователни технологии в лабораторните упражнения по физика. Реализацията на възможностите за използване на компютърни образователни технологии в обучението по физика е илюстрирана чрез методическа разработка на лабораторното упражнение „Определяне на земното ускорение с математично махало“, като акцентът е поставен върху провеждането на компютърно (виртуално) интерактивно лабораторно упражнение и компютърна обработка и представяне на получените резултати.

Keywords: computer-aided educational technologies, laboratory exercises in physics, multimedia programs

Компютърните технологии намират все по-широко приложение в учебната практика в българското училище. В лабораторните упражнения по физика компютърните образователни технологии могат да се използват за: а) провеждане на компютърни (виртуални) интерактивни лабораторни упражнения – физични експерименти, проведени изцяло на компютър и в диалог с него, чрез използване на мултимедийни програми; б) провеждане на лабораторни упражнения, подпомогнати от компютър (Тютюлков, 2005); в) компютърна обработка и представяне на резултати, получени при провеждане на реални и на компютърни интерактивни физични експерименти; г) съчетаване на изброените възможности (например провеждане на качествен реален експеримент и след това – на виртуален с вариране на параметрите и др.).

Настоящата статия се базира на проведен педагогически експеримент, в който е приложена разработената от автора методическа концепция за комплексно и целенасочено използване на компютърни образователни технологии в обучението по физика в средното училище – в уроците за нови знания, за решаване на задачи, за обобщение, за лабораторни упражнения, за проверка и оценка на учебните постижения на учениците и в извънкласната им самостоятелна дейност (Калпачка,

2006). Статистическата обработка на експерименталните резултати и направеният качествен анализ показват, че използването на компютърни образователни технологии повишава ефективността на обучението по физика.

Методическата реализация на възможностите за използване на компютърни образователни технологии в обучението по физика е илюстрирана чрез методическа разработка на лабораторното упражнение „Определяне на земното ускорение с математично махало“ (Калпачка, 2006). Разработката се отнася за провеждане на компютърно (виртуално) интерактивно лабораторно упражнение с последваща компютърна обработка и представяне на получените резултати.

Цели на урока: 1) затвърдяване и приложение на усвоените знания за хармонични трептения на математично махало; 2) провеждане на компютърни интерактивни физични експерименти за определяне на стойността на земното ускорение с математично махало; 3) развитие на умения за: извършване на наблюдения; самостоятелна учебна работа; обработване на получените резултати при провеждане на компютърни интерактивни физични експерименти и представянето им по определен начин – табличен, аналитичен; използване на измерителни единици за физични величини и техните кратни; анализ и интерпретация на резултатите; формулиране на изводи; 3) развитие на мисленето; 4) създаване на познавателен интерес.

Задачи на урока: 5) да се провери предварителната подготовка на учениците за провеждане на лабораторното упражнение; 6) да се запознаят учениците с писменото указание за провеждане на лабораторното упражнение, ако това не е направено предварително в извънкласната им самостоятелна дейност; 7) да се запознаят учениците с начина на работа на мултимедийната програма, с която ще се провежда компютърното интерактивно лабораторно упражнение (в конкретния случай с мултимедийната програма „Хармонични трептения на математично махало“, (Калпачка & Христов, 2004; Калпачка et al, 2004); 8) да се направи теоретично проследяване на хода на компютърното интерактивно лабораторно упражнение чрез беседа между учителя и учениците, като се обръща внимание на последователността от действия, които учениците трябва да извършат; 9) да се проведат самостоятелно от учениците компютърни интерактивни експерименти; 10) да се обработят и представят получените резултати от проведените компютърни интерактивни физични експерименти чрез използване на разработената за целите на педагогическия експеримент компютърна програма; 11) да се анализират получените резултати и да се формулират изводи; 12) да се изготвят от учениците протоколи за проведеното компютърно интерактивно лабораторно упражнение.

Методи на обучение: словесни – беседа, обяснение; нагледни – наблюдение; практически – самостоятелна работа, провеждане на компютърни интерактивни физични експерименти.

Учебно-технически средства: технически средства – компютри, мултимедиен проектор, принтер; дидактически материали – мултимедийна програма „Хармонични трептения на математично махало“ и компютърна програма за обработка и представяне на получените резултати.

План на урока:

Цел на лабораторното упражнение – определяне на стойността на земното ускорение с помощта на компютърен модел на математично махало.

Теоретична част: Периодът на математично махало се изразява с формулата:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ където: } l - \text{дължина на математичното махало, } g - \text{земното ускорение.}$$

Ако при известна дължина на математичното махало се определи неговият период на трептене, пресмятането на земното ускорение се извършва по формулата

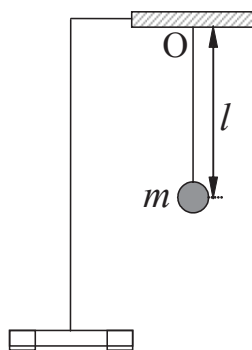
$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}.$$

Мислен експеримент (Фиг. 1):

O – точка на окачване,

l – дължина на математичното махало,

m – маса на математичното махало



Фиг. 1.

Указания за провеждане на компютърното (виртуално) интерактивно лабораторно упражнение:

- за определена дължина на математичното махало (например, $l=0,9 \text{ m}$) да се отклони махалото от равновесното положение на малък ъгъл ($\theta_0 \leq 20^\circ$) и да се пусне да се люлее;
- да се определи времето t , за което математичното махало извършва n на брой пълни трептения (например, $n=5$);

- да се проведат аналогични опити за 10 различни дължини на математичното махало при една и съща максимална стойност на началния ъгъл на отклонение от равновесното положение θ_0 и на коефициента на съпротивление b и да се запишат определените стойности за l_N и t_N и за n в електронната таблица, намираща се във файла „Lab. упр. ММ“ (Таблица 1).
- Компютърна обработка и представяне на резултатите, получени при провеждане на компютърното интерактивно лабораторно упражнение.
- Анализ и интерпретация на получените резултати и формулиране на изводи.

Методически бележки

За провеждане на компютърно (виртуално) интерактивно лабораторно упражнение „Определяне на земното ускорение с математично махало“ е използвана разработената мултимедийна програма „Хармонични трептения на математично махало“ (Фиг. 1), (Калпачка & Христов, 2004; Калпачка et al., 2004). Мултимедийните програми позволяват да се пресъздадат физични явления и процеси чрез компютърна анимация, графики, диаграми, текст, звук, числени стойности и др., да се променят параметрите и условията на експериментите и да се получават конкретни резултати.

Основната форма на учебна дейност при провеждане на компютърни интерактивни лабораторни упражнения е диалогът на учениците с компютъра.



Фиг. 2

При провеждане на лабораторното упражнение с мултимедийната програма (Фиг. 2) учениците задават различни стойности на дължината на математичното махало при една и съща максимална стойност на началния ъгъл на отклонение

от равновесното положение θ_0 и на коефициента на съпротивление b . При всяко стартиране на програмата след n на брой пълни трептения тя се спира чрез бутона „Пауза“ и се отчита времето t , за което математичното махало извършва тези трептения. Стойността на времето t се визуализира в горната дясна част на мултимедийната програма.

За обработка и представяне на получените резултати се използва разработената за целите на педагогическия експеримент компютърна програма, използваща възможностите на MS Excel (Таблицы 1 и 2).

Таблица 1

N	l_N m	n	t_N s	$T_N = \frac{t_N}{n}$ s	$g_N = \frac{4\pi^2 l_N}{T_N^2}$ m/s^2	$g_{cp} = \frac{g_1 + \dots + g_N}{N}$ m/s^2	$\Delta g_N = g_N - g_{cp} $ m/s^2	$\Delta g = \frac{\Delta g_1 + \dots + \Delta g_N}{N}$ m/s^2
1	0,9	5	9,5	1,9	9,84	9,82	0,02	0,04
2	0,95	5	9,79	1,96	9,76	9,82	0,06	0,04
3	1	5	10,05	2,01	9,77	9,82	0,05	0,04
4	1,05	5	10,3	2,06	9,77	9,82	0,05	0,04
5	1,1	5	10,5	2,1	9,85	9,82	0,03	0,04
6	1,15	5	10,75	2,15	9,82	9,82	0	0,04
7	1,2	5	11	2,2	9,79	9,82	0,03	0,04
8	1,25	5	11,2	2,24	9,83	9,82	0,01	0,04
9	1,3	5	11,4	2,28	9,87	9,82	0,05	0,04
10	1,35	5	11,58	2,32	9,9	9,82	0,08	0,04

Таблица 2

Представяне на крайния резултат чрез абсолютната грешка:
$g = g_{cp} \pm \Delta g,$ m/s^2
$9,82 \pm 0,04$

При провеждане на компютърното интерактивно лабораторно упражнение „Определяне на земното ускорение с математично махало“ учениците получават следната задача: като се използват електронните таблици 1 и 2, намиращи се във файла „Lab. ург. ММ“, да се въведат, обработят и представят по указания начин получените резултати. С отварянето на посочения файл пред учениците се визуализира непопълнената Таблица 1.

В хода на работата учениците нанасят в Таблица 1 стойностите на следните определени от тях физични величини: дължина на математичното махало l_N , времето t_N , за което математичното махало с дължина l_N извършва n на брой пълни трептения (например $n=5$).

Всички изчисления и представянето на крайния резултат със съответната грешка от измерванията се извършват автоматично от компютъра и се визуализират на монитора по определен начин (табличен и аналитичен в конкретната разработка).

Периодът на трептене T_N за всяка дължина на математичното махало се пресмята автоматично от компютъра по формулата $T_N = \frac{t_N}{n}$ и се визуализира в колона 5 на Таблица 1.

Стойностите на земното ускорение g_N за всяка дължина на математичното махало се пресмятат от компютъра по формулата $g_N = \frac{4\pi^2 l_N}{T_N^2}$ и се визуализират в колона 6 на Таблица 1.

За да се определи най-достоверната стойност на земното ускорение, се пресмята автоматично и средната аритметична стойност $g_{cp.}$ от всички измервания по формулата $g_{cp.} = \frac{g_1 + \dots + g_N}{N}$, която се визуализира в колона 7 на Таблица 1.

Абсолютните грешки Δg_N от отделните измервания (абсолютните стойности на отклоненията на отделните измервания от средната стойност $g_{cp.}$) се пресмятат от компютъра по формулата $\Delta g_N = |g_N - g_{cp.}|$ и се визуализират в колона 8 на Таблица 1.

Абсолютната грешка Δg (средното отклонение на отделните измервания спрямо $g_{cp.}$) се пресмята по формулата $\Delta g = \frac{\Delta g_1 + \dots + \Delta g_N}{N}$ и се визуализира в колона 9 на Таблица 1.

След като се попълни Таблица 1, в Таблица 2 автоматично се представя от компютъра крайният резултат в аналитичен вид чрез абсолютната грешка: $g = g_{cp.} \pm \Delta g$.

Чрез използване на разработената компютърна програма за обработка и представяне на резултатите, получени при провеждане на физични експерименти (в случая на компютърни интерактивни експерименти), се улеснява работата на учениците, тъй като те се освобождават от еднотипни изчисления и рутинна техническа дейност. Това им дава възможност да насочат вниманието си към същността на лабораторното упражнение и им позволява още в учебния час да направят анализ и интерпретация на получените резултати, да формулират съответните изводи и да оформят протокола от дейността си.

Протоколът от проведеното компютърно интерактивно лабораторно упражнение

„Определяне на земното ускорение с математично махало“ включва: а) темата на лабораторното упражнение; б) имената на учениците, които са го провели, клас и номер в класа; в) двете попълнени таблици 1 и 2; г) контролни въпроси, на които отговарят учениците, с цел формулиране на изводи: „Различава ли се съществено определената стойност за земното ускорение от общоприетата стойност $9,8 \text{ m/s}^2$?“, „Кои са причините за грешки при определяне на земното ускорение?“, „Какво влияние оказват периодът на трептене на математичното махало и неговата дължина върху земното ускорение?“.

При наличие на принтер учениците разпечатват своите протоколи и ги представят на учителя за проверка и оценка. Ако не се разполага с принтер, отделните групи от ученици записват в компютрите своите протоколи като отделни файлове, които учителят проверява и оценява.

След като всички групи от ученици са провели компютърното интерактивно лабораторно упражнение „Определяне на земното ускорение с математично махало“ и са представили своите протоколи, се провежда заключителна беседа, в хода на която се обсъждат получените резултати и формулираните изводи.

При провеждане на компютърни интерактивни лабораторни упражнения учениците виждат на практика приложенията на компютърната техника и компютърните технологии, запознават се с едни от съвременните методи и средства, които се използват в науката физика за изследване и изучаване на физични явления и процеси и за обработка и представяне на получените резултати. Освен това у учениците се изграждат умения и навици за наблюдение, съобразителност, анализ на физични ситуации и закономерности и др., развива се логическото им мислене, създава се познавателен интерес, подпомага се преминаването от конкретното към абстрактното и обратно.

Компютърни интерактивни лабораторни упражнения по физика могат да се провеждат с цел получаване на резултати, за които в реални условия е необходима подходяща материално-техническа база или специфично оборудване (опити на атомно-молекулно равнище, опити, изискващи дълго време за провеждане и др.).

За провеждане на компютърни интерактивни лабораторни упражнения при изучаване на разделите на физиката в средното училище могат да се използват мултимедийни програми от различни образователни дискове и сайтове от интернет. Създадените за целите на педагогическия експеримент мултимедийни програми: „Хармонични трептения на пружинно махало“, „Хармонични трептения на математично махало“, „Резонанс“ и „Ефект на Доплер“ (Калпачка & Христов, 2004; Калпачка et al., 2004) могат да се използват за провеждане на виртуални лабораторни упражнения при изучаване на раздела „Механични трептения и вълни“.

Използването на компютърни образователни технологии в обучението по физика в средното училище подпомага осъществяването на междупредметни връзки с информатиката и информационните технологии, съдейства за интегриране на знания и умения от различни области, за формиране на по-обща компетентности.

ЛИТЕРАТУРА

- Калпачка, Г. (2006). Методически възможности за използване на компютърни образователни технологии в обучението по физика в средното училище. *Дисертация за образователната и научна степен „доктор“*, Благоевград.
- Калпачка, Г. & Христов, В. (2004). Разработване на мултимедийни програми за обучение по физика. В: *Сборник с доклади на Национална конференция с международно участие „Електроника 2004“*, стр. 304–309.
- Калпачка, Г., Христов, В. & Никифоров, Д. (2004). Мултимедийни програми за обучение по физика в средното училище. В: *Сборник с доклади на XXXII Национална конференция по въпроси на обучението по физика „Интердисциплинарен подход в обучението по физика“*, стр. 256–260.
- Тодоров, Ю. (2004). *Аудиовизуални и информационни технологии в образованието*. София: Веда Словена-ЖГ.
- Тютюлков, К. (2005). За съвременното състояние на подпомогнатия от компютър експеримент. В: *Сборник с доклади на XXXIII Национална конференция по въпроси на обучението по физика „Физиката и информационните и комуникационните технологии“*, стр. 101–104.

COMPUTER-AIDED EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE LABORATORY EXERCISES IN PHYSICS

Abstract. The paper gives a proper example for using the computer-aided educational technologies in teaching practice in school. It is described how to realize a physics laboratory exercise named „determination of gravity acceleration with mathematical pendulum“.

✉ **Dr. Gergana Kalpachka,**
South-West University „Neofit Rilski“
66, Ivan Mahailov Str.
2700 Blagoevgrad, BULGARIA
E-Mail: kalpachka@mail.bg