

Міністерство освіти та науки України  
Криворізький державний педагогічний університет

Комп'ютерне моделювання  
та інформаційні технології  
в природничих науках

*Збірник наукових праць*

Кривий Ріг  
Видавничий відділ КДПУ  
2000

# ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

І.О. Теплицький

м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний  
університет

Сучасний стан засобів електронно-обчислювальної техніки та відповідного програмного забезпечення, а також чималий досвід психолого-педагогічних досліджень останнього десятиліття дозволяють стверджувати, що шкільна фізика належить до тих навчальних дисциплін, де використання нових інформаційних технологій є цілком виправданим і необхідним. Аналіз педагогічних програмних засобів показує, що більшість з них повністю або частково являють собою програмно реалізовані заміни реальних об'єктів (процесів, явищ), які дозволяють всебічно відобразити найбільш суттєві властивості досліджуваних явищ, тобто є комп'ютерними моделями. Спектр таких моделей простягається від найпростіших, що ґрунтуються на добре відомих закономірностях шкільного курсу фізики, і аж до складних імітаційних математичних моделей.

Систематичне використання інформаційних технологій на уроках фізики ми реалізуємо за такими напрямками:

- √ підготовка звіту про лабораторну роботу або висновків за результатами демонстраційного (рідше фронтального) експерименту на уроці;
- √ дослідження залежностей між фізичними величинами, що характеризують певні явища, на основі математичних записів відповідних законів (математичних моделей);
- √ робота зі спеціалізованими програмними засобами при вивченні або закріпленні нового матеріалу, а також при повторенні теми, розділу або усього курсу;
- √ вивчення систематичного факультативного курсу основ комп'ютерного моделювання.

У рамках даної статті ми зупинимося на перших двох пунктах.

## *1.1. Підготовка звіту про лабораторну роботу.*

У переважній більшості розрахункових лабораторних робіт при підготовці звіту учням, насамперед, необхідно опрацювати

результати вимірювань: 1) виконати відповідні обчислення та 2) оцінити похибки. Цілком зручним та природним щодо сприйняття учнями середовищем для такої роботи є електронні таблиці.

Для прикладу розглянемо лабораторну роботу 9 класу. Відповідну таблицю подано на рис. 1.

	A	B	C	D	E
<b>1</b>	<i>Визначення прискорення вільного</i>				
<b>2</b>	<i>падіння за допомогою маятника</i>				
<b>3</b>	<i>N</i>	<i>t, c</i>	<i>l, м</i>	<i>g, м/с<sup>2</sup></i>	<i>T, c</i>
<b>4</b>	30	57	0,92	10,05	1,90
<b>5</b>	30	60	0,99	9,76	2,00
<b>6</b>	30	63	1,08	9,66	2,10
<b>7</b>	30	66	1,20	9,78	2,20
<b>8</b>	30	68	1,30	9,98	2,27
<b>9</b>	30	69	1,37	10,21	2,30
<b>10</b>					
<b>11</b>	<i>Обчислення похибок</i>				
<b>12</b>	<i>g<sub>ср</sub></i>	<i>Δg</i>	<i>Δg<sub>ср</sub></i>	<i>δg</i>	
<b>13</b>	<i>м/с<sup>2</sup></i>	<i>м/с<sup>2</sup></i>	<i>м/с<sup>2</sup></i>	<i>%</i>	
<b>14</b>		0,14			
<b>15</b>		0,15			
<b>16</b>	9,91	0,25	0,15	1,5	
<b>17</b>		0,13			
<b>18</b>		0,07			
<b>19</b>	<i>Остаточнo:</i>				
<b>20</b>	9,76 ≤ g ≤ 10,05 (м/с <sup>2</sup> )				

Рис. 1. Таблична частина звіту.

#### *Коментарі.*

1. Числові значення величин у стовпчиках C, D і E округлюємо до двох десяткових знаків згідно з ціною поділки мірної стрічки (0,01 м).

2. У комірці A4–A9, B4–B9 та C4–C9 приміщуються результати вимірювань, одержані учнями при виконанні лабораторної роботи.

3. Вміст решти комірок подано нижче:

комірка	формула
D4	$= (2 * 3,14 * A7 / B7) ^ 2 * C7$
E4	$= B7 / A7$
A16	$= СРЗНАЧ(D7:D12)$
B14	$= ABS(\$A\$19 - D7)$
C16	$= СРЗНАЧ(B17:B22)$
D16	$= C19 / A19 * 100$

4. Формули у комітках D4, E4 та B14 підлягають копіюванню у стовпчик.

5. Обчислення періоду  $T$  коливань у кожному досліді не є обов'язковим, але його наявність дозволяє одержати графік залежності періоду від довжини підвісу  $l$ , що може стати приводом для додаткового обговорення.

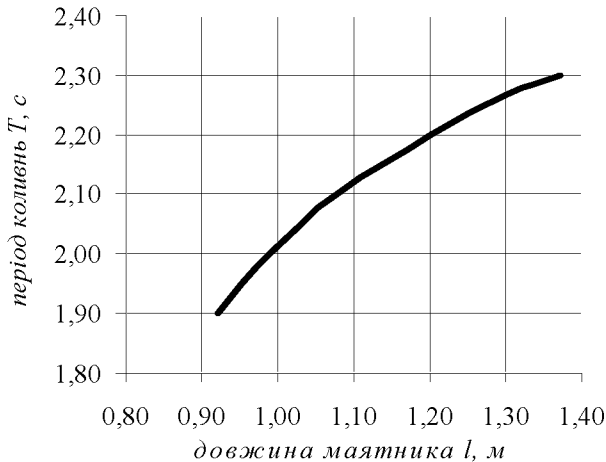


Рис. 2. Графік залежності періоду коливань від довжини підвісу.

5. На увагу заслуговує виведення кінцевого результату (комітки A20–E20):

комірка	вміст
A19	Остаточнo, (текст)
B20	A16–C16 (формула)
C20	$\leq g \leq$ (текст)
D20	A16+C16 (формула)
E20	$m/c^2$ (текст)

Таке виведення забезпечує автоматичну корекцію кінцевого

результату при будь-якій зміні вхідних даних.

### 1.2. Опрацювання результатів демонстраційного експерименту.

З цією метою заздалегідь готується електронна таблиця, в якій заповнюються текстами й формулами всі комірки за винятком тих, куди повинні потрапити результати вимірювань при виконанні дослідів під час демонстрації. Приклад такої таблиці наведено на рис. 5.

	A	B	C	D
1.	<b>Закон Бойля-Маріотта</b>			
2.	№	Об'єм $V$ ,	Тиск $p$ ,	$p \times V$ ,
3.	дослід	умовн. од.	ат	умовн. од.
4.	1	10	1,00	10,00
5.	2	9	1,10	9,90
6.	3	8	1,20	9,60
7.	4	7	1,40	9,80
8.	5	6	1,65	9,90
9.	6	5	1,95	9,75
10.				
11.	<b>Оцінка похибок</b>			
12.	$(p \times V)_{cp}$	$\Delta(p \times V)$	$\Delta(p \times V)_{cp}$	$\delta(p \times V)$
13.		0,18		
14.		0,08		
15.	9,83	0,23	0,11	1%
16.		0,03		
17.		0,07		
18.		0,07		
19.	<b>Остаточна:</b>			
20.	$(p \times V) =$	<b>9,83</b>	$\pm$	<b>0,11</b>

Рис. 5. Таблиця результатів вимірювань і обчислень при вивченні закону Бойля-Маріотта.

#### Коментарі.

1. При демонстраційному експерименті було використано стандартне обладнання: металевий циліндр із гофрованими стінками та демонстраційний манометр.

2. Комірки В4–В9 та С4–С9 заповнюються даними під час виконання дослідів.

3. Вміст решти комірок:

комірка	формула
D4	=C4*B4
A15	=CPЗНАЧ(D4:D9)
B13	=ABS(\$A\$15-D4)
C15	=CPЗНАЧ(B14:B18)
D15	=C15/A15 (з опцією %)

4. Формули з комірок D4 та B13 копіювати у решту комірок стовпчиків D і B відповідно.

За даними комірок B4–B9 та C4–C9 будується графік залежності тиску від об'єму при сталій температурі (мал. 6).

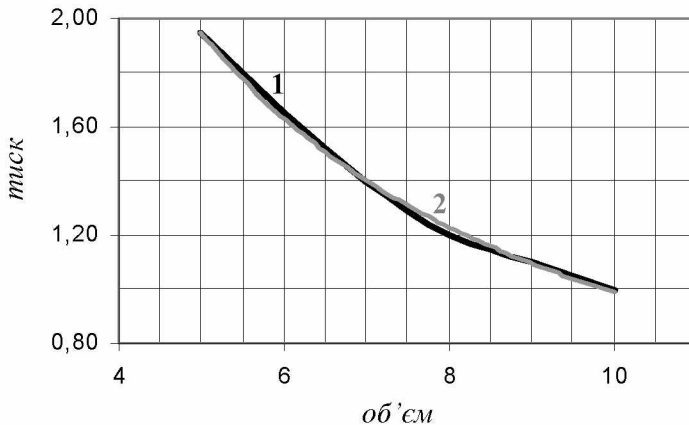


Рис. 6. Залежність тиску від об'єму при сталій температурі.

1 – за даними дослідів; 2 – апроксимація степеневою функцією.

## 2. Дослідження залежностей між фізичними величинами на основі математичних записів відповідних законів.

Одним із зручних способів дослідження функціональних залежностей між змінними є подання цієї залежності у графічному вигляді. Електронні таблиці дозволяють легко будувати такі графіки (при необхідності можна одночасно побудувати декілька графіків функцій від одного аргументу). Зрозуміло, що коли залежність має простий вигляд, такої потреби може й не бути, але у шкільному курсі фізики подекуди трапляються і досить складні функції, що призводить до появи проблем, пов'язаних зі спробою докладного аналітичного дослідження їх поведінки. При-

кладом може бути залежність амплітуди сили струму  $I_0$  від частоти вимушених коливань  $\nu$  в колі змінного струму з активним, індуктивним та ємнісним опорами:

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2}}$$

Оскільки на момент вивчення кіл змінного струму учні ще не здатні виконати повне аналітичне дослідження функції  $I_0=I_0(\nu)$ , яке до того ж потребує чимало часу, то ми пропонуємо виконати таку роботу в електронних таблицях (мал. 3) із наступною графічною інтерпретацією.

	A	B	C	D	E	F	G
<b>1</b>	<b>Електричний резонанс</b>						
<b>2</b>	$\nu$ ,	$X_L$ ,	$X_C$ ,	$Z$ ,	$I_0=U_0/Z$ ,		
<b>3</b>	Гц	Ом	Ом	Ом	мА	Дано:	
<b>4</b>	25	118	455	337	44	$U, B = 15$	
<b>5</b>	30	141	379	238	63	$R, Ом = 10$	
<b>6</b>	35	165	325	160	93	$L, Гн = 0,75$	
<b>7</b>	40	188	284	96	155	$C, Ф = 1,40E-05$	
<b>8</b>	45	212	253	42	357	$\nu, Гц = 25$	
<b>9</b>	50	236	227	13	1170	$\Delta\nu, Гц = 5$	
<b>10</b>	55	259	207	53	282		
<b>11</b>	60	283	190	94	160		
<b>12</b>	65	306	175	132	114		
<b>13</b>	70	330	162	168	90		
<b>14</b>	75	353	152	202	74		
<b>15</b>	80	377	142	235	64		
<b>16</b>	85	400	134	267	56		
<b>17</b>	90	424	126	298	50		
<b>18</b>	95	447	120	328	46		
<b>19</b>	100	471	114	357	42		
<b>20</b>	105	495	108	386	39		
<b>21</b>	110	518	103	415	36		
<b>22</b>	115	542	99	443	34		
<b>23</b>	120	565	95	471	32		

Рис. 3. Таблиця даних для дослідження кола змінного струму та подальшої побудови резонансної кривої.

Коментарі.

1. Вміст комірок

комірки	формули / числа
A4	=G\$8
A5	=A4+G\$9
B4	=2*3,14*A4*G\$6
C4	=1/(2*3,14*A4*G\$7)
D4	=КОРЕНЬ(G\$5^2+(B4-C4)^2)
E4	=G\$4/D4*1000

2. Формули з комірок A5, B4, C4, D4, E4 копіювати до кінця стовпчика.

3. Для одночасної побудови всіх чотирьох графіків  $X_L=X_L(\nu)$ ,  $X_C=X_C(\nu)$ ,  $Z=Z(\nu)$  та  $I_0=I_0(\nu)$ , виділити всі заповнені комірки у стовпчиках A, B, C, D, E. Якщо потрібна змістовна легенда, виділення слід починати з рядка 1, інакше – із рядка 4.

4. Шуканий графік наведено на рис. 4.

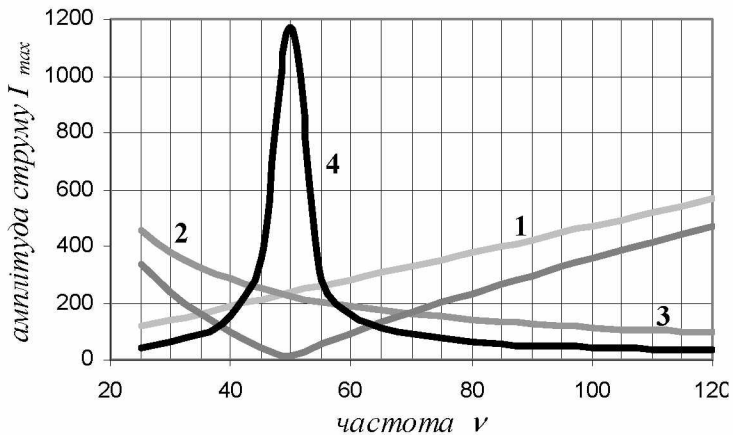


Рис. 4. Побудова резонансної кривої:

- 1)  $X_L=2\pi\nu L$ ; 2)  $X_C=1/(2\pi\nu C)$ ; 3)  $Z=(R^2+(X_L-X_C)^2)^{1/2}$ ; 4)  $I_0=U_0/Z$ .

З рис. 4 добре видно, що при  $\nu=50$  Гц

- а)  $X_L=X_C$ ; б)  $Z=Z_{min}$ ; в)  $I=I_{max}$ .

Зрозуміло, що попередній теоретичний аналіз цих висновків є необхідним, проте можливість графічного зображення суттєво сприяє більш глибокому їх розумінню.

Отже, використання такого стандартного середовища, яким є



електронні таблиці, відкриває при вивченні фізики додаткові можливості візуального й чисельного аналізу процесів, що досліджуються або вивчаються. Впровадження НІТН забезпечує підсилення дидактичного принципу наочності у сучасному його розумінні як єдності предметно-образної й абстрактної дії.

#### Література:

1. Бугасенко Г.О., Триус Ю.В., Яриніч Ю.О. Лінійні динамічні системи і їх комп'ютерне моделювання / У зб. наук. праць: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання./Редкол. – К.: «Комп'ютер у школі та сім'ї». – 1998.- С. 62–70.
2. Верлань А.Ф., Апатова Н.В. Інформатика: Підручник для уч. 10–11 кл. серед. загальноосв. шк. – К.: Квazar-Мікро, 1998. – 197 с.
3. Жалдак М.І. Яким бути шкільному курсу «Основи інформатики» // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 1998.– № 1.
4. Разумовский В.Г. Преподавание физики в условиях гуманизации образования // Педагогика. – 1998. – № 6. – С. 102–111.
5. Разумовский В.Г. ЭВМ и школа: Научно-педагогическое обеспечение // Сов. педагогика. – 1985. – № 9. – С. 12–16.
6. Теплицький І.О. Використання електронних таблиць у комп'ютерному моделюванні // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 1999. – № 2. С.27–32.
7. Теплицький І.О. Фізичні моделі в курсі «Основи комп'ютерного моделювання» // Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в освітній діяльності: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 1999. – С. 46–54.