

ВИБІР СЕРЕДОВИЩА МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Ю.В. Єчкало

м. Кривий Ріг, Криворізький металургійний факультет

Національної металургійної академії України

uliaechk@mail.ru

Аналіз сучасної науково-методичної літератури свідчить про широке використання інформаційних технологій у викладанні фізики. Інформаційні технології, що найчастіше застосовуються в навчальному процесі, можна розділити на дві групи: 1) технології, орієнтовані на локальні комп'ютери (навчальні програми; комп'ютерні моделі фізичних процесів; демонстраційні програми; комп'ютерні лабораторії; лабораторні роботи; пакети задач; контролюючі програми; комп'ютерні дидактичні матеріали) [1]; 2) мережні технології, які використовують локальні мережі та глобальну мережу Internet (електронний варіант методичних рекомендацій, посібників, описів лабораторних робіт; аудіо та відео матеріали про постановку і проведення різноманітних фізичних експериментів, лекцій тощо; сервери дистанційного навчання, що забезпечують інтерактивний зв'язок з учнями через Internet, у тому числі й у режимі реального часу) [2].

Однак необхідно відзначити, що на сучасному етапі процесу інформатизації шкільного курсу фізики виявлений цілий ряд проблем, найбільш актуальними з яких, на наш погляд, є такі: 1) відсутність методичного супроводу, дидактичної обґрунтованості електронного продукту (в електронних підручниках практично не реалізована інтегруюча функція того чи іншого навчального предмету); 2) відсутність належної міждисциплінарної взаємодії.

У зв'язку із цим вважаємо за необхідне винести на обговорення наш підхід до даної проблеми. Очевидно, що найбільш послідовно і повно міжпредметні зв'язки фізики, математики та інформатики можуть бути реалізовані у курсі «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів», у якому формується вміння створювати модель фізичного явища або процесу, вибирати адекватне математичне описання, обчислювальний алгоритм, реалізовувати останній на комп'ютері, проводити розрахунки й аналіз отриманих результатів. Проте у часових рамках, відведених для курсу фізики в середній школі, неможливо досить глибоко розглянути навіть малу частину тих фізичних задач, для розв'язування яких використовується комп'ютер. Тому ми пропонуємо вивчення комп'ютерного моделювання з фізики здійснювати у формі факультативних занять [3].

Головна мета навчання фізики в середній школі полягає в розвитку особистості учнів засобами фізики як навчального предмета, зокрема завдяки знайомству з методами наукового пізнання світу, формуванню наукового світогляду [4]. Основними перешкодами, які зазвичай виникають на шляху

впровадження елементів комп'ютерного моделювання в школі, є відсутність достатньої математичної підготовки і практики програмування у школярів. Проте не всі моделі, які можуть бути розглянуті у шкільному курсі фізики, вимагають математичного апарата, що виходить за рамки середньої школи, а недостатність математичної підготовки (насамперед, відсутність уміння чисельно розв'язувати диференціальні рівняння) можна компенсувати коротким знайомством (можливо, з деякою втратою математичної строгості і доказовості) з найбільш простими методами розв'язування диференціальних рівнянь [5]. Проблему ж програмування допомагає вирішити використання придатних для старшокласників середовищ моделювання [6; 7].

Вимоги до робочого середовища для нескладних спеціально підібраних задач у повній мірі задовольняються педагогічними програмними засобами GRAN1, GRAN-2D та GRAN-3D, основне призначення яких – аналіз функціональних залежностей та статистичних закономірностей. Більш складні задачі можна розв'язувати, використовуючи спеціалізовані математичні пакети, що включають відповідні процедури та функції. Тут ми віддаємо перевагу спеціалізованому математичному пакету MathCAD, що, на нашу думку, найбільшою мірою підходить для навчальних цілей, оскільки має потужні графічні засоби і дружній інтерфейс користувача.

Як приклад, що підтверджує нашу точку зору, розглянемо методику використання ППЗ GRAN та пакету MathCAD при розрахунку та візуалізації електричних полів, створених системою довільно розташованих нерухомих зарядів (всі необхідні відомості для створення цієї моделі викладаються в курсі фізики десятого класу загальноосвітньої школи).

Як відомо, електростатичне поле системи, яка складається з N нерухомих електричних зарядів, характеризується скалярною функцією – потенціалом $\varphi(\vec{R})$ та векторною функцією – напруженістю $\vec{E}(\vec{R})$. В аналітичному вигляді розв'язання задачі виявляється доволі простим: скалярний потенціал електричної системи, яка складається з N електричних зарядів q_1, q_2, \dots, q_N , й напруженість електричного поля задовольняють принципу суперпозиції

$$\varphi(\vec{R}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{|\vec{R} - \vec{r}_i|}, \quad (1)$$

$$\vec{E}(\vec{R}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{|\vec{R} - \vec{r}_i|^3} (\vec{R} - \vec{r}_i), \quad (2)$$

де $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, $\vec{r}_i(r_{i,0}; r_{i,1})$ – радіус-вектор i -го заряду, $\vec{R}(x, y)$ – радіус-вектор точки спостереження.

Переходячи в (1), (2) до координатного запису, отримуємо відомі залежності потенціалу $\varphi(\vec{R})$ та складових вектора напруженості $\vec{E}(\vec{R})$ від координат радіус-вектора точки спостереження, які будуть використовуватись

надалі:

$$\varphi(x, y) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{\sqrt{(x-r_{i,0})^2 + (y-r_{i,1})^2}}, \quad (3)$$

$$E_x(x, y) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{\left(\sqrt{(x-r_{i,0})^2 + (y-r_{i,1})^2}\right)^{3/2}} (x-r_{i,0}), \quad (4)$$

$$E_y(x, y) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{\left(\sqrt{(x-r_{i,0})^2 + (y-r_{i,1})^2}\right)^{3/2}} (y-r_{i,1}). \quad (5)$$

Зазначимо, що розрахунок та візуалізація потенціалу та напруженості електростатичного поля системи з малою кількістю дискретних зарядів ($N = 2, 3, 4$) аналітично є досить простим, і тому для цієї мети можна використовувати програмний засіб GRAN. Проте розв'язування аналогічної задачі для системи з більшою кількістю зарядів потребує застосування пакету MathCAD.

На наступних рисунках представлені проекції екіпотенціальних поверхонь та графічні побудови силових ліній поля електричних зарядів, отримані за допомогою ППЗ GRAN (поле двох зарядів, рис. 1 і 2) та математичного пакету MathCAD (поле восьми зарядів, рис. 3 і 4).

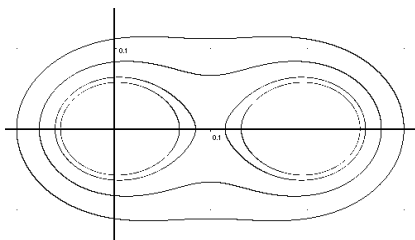


Рис. 1

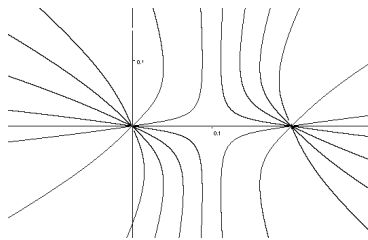


Рис. 2

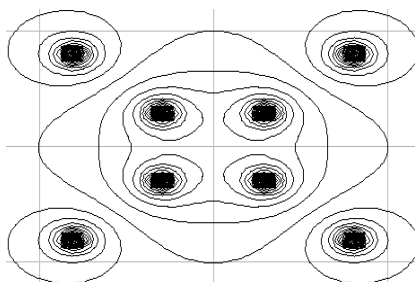


Рис. 3

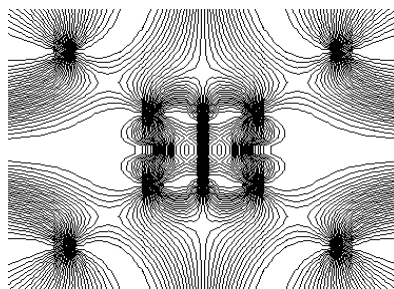


Рис. 4

Важливо відмітити, що графічні побудови будуть автоматично змінюватись при зміні параметрів конфігурації зарядів (числа, величини, координати).

нат та знаків зарядів). Це дає можливість досліджувати за допомогою комп'ютера особливості електростатичних полів різних систем зарядів, що, у свою чергу, дозволяє сформуванню у свідомості учнів більш глибоке розуміння моделі досліджуваного фізичного явища [8].

Нами проводиться робота по створенню та апробації факультативного курсу «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів». Ми вважаємо, що запропонований підхід достатньо повно відповідає сучасній парадигмі освіти, яка вимагає більшої фундаменталізації, тобто зміщення акцентів на теоретичні методи наукового пізнання – ідеалізацію, абстрагування, аналогію, узагальнення тощо, головною ланкою яких є побудова моделей. При цьому його реалізація вимагає більш тісної інтеграції курсів фізики, математики й інформатики.

Література:

1. Фінченко Я.В., Стеценко К.Ю. Використання комп'ютерних програм на уроках фізики // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2006. – № 1. – С. 41-43.
2. Буйницька О. Використання інформаційно-комунікативних технологій у шкільному курсі фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2005. – № 4. – С. 24-29.
3. Єчкало Ю.В. Комп'ютерне моделювання у профільному навчанні фізики // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 46. Серія: Педагогічні науки: Збірник у 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2007. – № 46. – Т. 1. – С. 58-60.
4. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теор. основы: Учеб. пособие для студ. пед. ин-тов по физ-мат. спец. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
5. Бурсиан Э. В. Задачи по физике для компьютера: Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1991. – 256 с.
6. Теплицький І.О. Елементи комп'ютерного моделювання: Навчальний посібник. – Кривий Ріг: КДПУ, 2005. – 208 с.
7. Бирих Р.В., Еремин Е.А., Чернатыйский В.И. Компьютерные модели в школьном курсе физики // Информатика. – 2006. – № 14. – С. 3-45.
8. Єчкало Ю.В. Комп'ютерне моделювання як засіб формування уявлень про електростатичне поле // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 30. Серія: Педагогічні науки; Збірник. – Чернігів, ЧДПУ, 2005. – № 30. – С. 90-93.