

засвоюють ледь третина учнів. Таким чином, можна стверджувати про низький рівень компетентності учнів, який виявився саме під час розв'язування творчих завдань, якісних задач або необхідності прийняття рішення у нестандартних проблемних завданнях. В чому причина такого стану знань учнів загальноосвітньої школи?

У пошуку відповіді на це питання нами було проаналізовано науково-методичну літературу, підручники, навчальні програми, проведені бесіди із учителями. Усі можливі фактори, які б мали негативний вплив на формування понять, було зведено до кількох груп причин: 1. Причини що викликані методичними особливостями викладання навчального матеріалу, які спричинені фаховою підготовкою учителів, коли старі методичні ідеї (викладені у методичних посібниках та підручниках) впливають не лише на методичні уподобання учителів, а й на окремі уявлення про складні наукові поняття. 2. Недостатнє відбиття нових ідей профільних програм у відповідній методичній літературі та підручниках. Поряд з цим спостерігається інертність сприйняття нововведень методичних підходів, зокрема у формуванні понять. 3. До третьої групи причин слід віднести невідповідність сучасних наукових уявлень про будову речовини і тих уявлень та понять, які формуються в учнів через навчальні програми, підручники, науково-популярну літературу, методичні посібники. У зв'язку з наведеними групами причин, нами було зроблено припущення, що в основі вказаних проблем засвоєння учнями відомостей з розділу механіки є незадовільне засвоєння стержневих понять, навколо яких структурно розташований увесь навчальний матеріал відповідних розділів. Інакше кажучи, основні поняття розділу механіки виступають своєрідним цементуючим розчином, який утримує і утворює класи понять.

Новий зміст програм загальноосвітньої школи та відповідних підручників, вимагає не лише перегляду методичних підходів з формування відомостей розділу механіки, що вивчаються, а глибокий науково-методичний аналіз змісту складних наукових понять з наступним приведенням їх у відповідність до сучасних наукових уявлень, які постійно змінюються внаслідок швидкого розвитку фізичної науки та не менш швидкого зростання нових науково-містких технологій виробництва, інформаційних технологій, нанотехнологій тощо.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бар'яхтар В.Г. Фізика. 10 клас. Академічний рівень: Підручник для загальноосвіт. навч. закладів / В.Г. Бар'яхтар, Ф.Я. Божинова. – Х.: Видавництво «Ранок», 2010. – 256 с.
2. Божинова Ф.Я. Фізика 7 клас: Підручник / Ф.Я. Божинова, М.М. Кірюхін, О.О. Кірюхіна. – Х. : Видавництво «Ранок», 2007. – 192 с.
3. Божинова Ф.Я. Фізика. 8 клас. Підручник / Ф.Я. Божинова, І.Ю. Ненашев, М.М. Кірюхін. – Х.: Ранок-НТ, 2008. – 256 с.
4. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: теорет основы: Учеб. пособие для студ. пед. ин-тов по физ. – мат. спец. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
5. Коршак С.В. та ін. Фізика, 9 кл.: Підруч. для загальноосвіт. навч. закл./ С.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – 2-ге вид., перероб. та доп. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. – 200 с.
6. Лазаренко Д.С. Розробки уроків та тестові завдання з механіки: Посібник для вчителів та студентів вищих педагогічних навчальних закладів / За ред. Садового М.І. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2012. – 232 с.
7. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів: Фізика: Астрономія, 7–12 кл. – К.; Ірпінь: Перун, 2005. – 80 с.
8. Фізика. 10-11 класи.[Електронний ресурс] Навчальні програми для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів // ВГ “Основа”, 2012. URL:<http://www.mon.gov.ua/index.php/ua/diyalnist/osvita/doshkilna-ta-zagalna-serednya/zagalna-serednya-osvita/23-diyalnist/osvita/doshkilna-ta-zagalna-serednya/4326>.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Лазаренко Дмитро Сергійович** – аспірант кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Коло наукових інтересів:* методика викладання фізики в загальноосвітній школі.

## ДЕЯКІ ДОСЛІДИ З ЕЛЕКТРОСТАТИКИ З ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Євген МАЛЕЦЬ, Євген ПИВОВАР**

*В роботі розглядаються експериментальні можливості лабораторного комплексу «Експериментатор» на прикладі простих дослідів з електростатики. Показано, що його застосування*

дає можливість отримувати чисельні оцінки певних параметрів (заряду, часу релаксації), а також спостерігати інші цікаві нюанси дослідів.

*Experimental possibilities of laboratory complex "Experimenter" are in-process examined on the example of simple experiments from electrostatics. It is shown that his application gives an opportunity to get the numeral estimations of certain parameters (charge, time of relaxation), and also to look after other interesting nuances of experiments.*

Досліди з електростатики дають початок вивченню електромагнетизму. Нерухомі заряди створюють електростатичні поля, які відносно легко описуються аналітично. Демонстраційний експеримент підтверджує основні теоретичні засади електростатики - нульовий ротор і задану дивергенцію (досліди по розподілу силових ліній поля точкових зарядів, площини і інше). Але, навіть в дослідях з електризації тіл проглядаються більш складні моменти, пов'язані з рухом умовно статичних зарядів. Відокремити це небажане явище при проведенні демонстрацій майже неможливо. Тому, на ефекти стікання заряду з заряджених і пробних тіл, на їх відносно переміщення, не тільки треба звертати увагу учнів, чи студентів, але й по можливості реєструвати і кількісно оцінювати ті параметри, які виникають, чи змінюються в результаті зміни зарядів.

Розширення функціональних можливостей демонстраційного експерименту з електростатики в результаті застосування автоматизованого комп'ютерного комплексу [1, 2] є метою даної роботи. Для прикладу візьмемо досліди з електризації тертям, які демонструються на заняттях з фізики. Піднесення ебонітової, чи скляної палички до електроскопа дає можливість фіксувати наявність електричного поля, заряджати електроскоп безпосереднім дотиком палички, чи дотиком руки при піднесеній паличці. Можна, за допомогою цих приладів, довести учням, що ебонітова і скляна палички набувають протилежних зарядів при терті. При наявності електричного поля в металевих провідниках відбувається перерозподіл зарядів, про що може свідчити дослід з неоновю лампочкою [3], яка є індикатором короткочасного невеликого струму, що виникає при піднесенні палички до металевого стержня, розділеного на дві частини (мідна трубка діаметром 5 мм) між якими і включена неонова лампа довільного типу (в нашому випадку ВМН-2). На одному кінці стержня закріплено металевий диск (рис. 1), що підвищує чутливість приладу за рахунок збирання заряду. Чітко видно, що яскравість спалаху залежить від швидкості наближення, чи віддалення наелектризованої палички від диска. Для отримання додаткової інформації про процеси перерозподілу заряду, що відбуваються в цьому експерименті, до одного з електродів з вхідним опором  $10^7$  Ом приєднується датчик напруги. Цей датчик приєднано до АЦП, спряженого з комп'ютером за допомогою відповідної програми. На екрані монітора (див. рис.1) показана залежність потенціалу одного з електродів від часу, при наближенні і віддаленні ебонітової палички. Залежність має періодичний характер, зумовлений зміною напрямку струму і зміною його величини від відносної швидкості паличка – диск. На рис. 2 виділена частина графіку, яка відповідає зміні струму за умовні півперіоду, де можна виділити область, змінивши ціну поділки на осі часу.

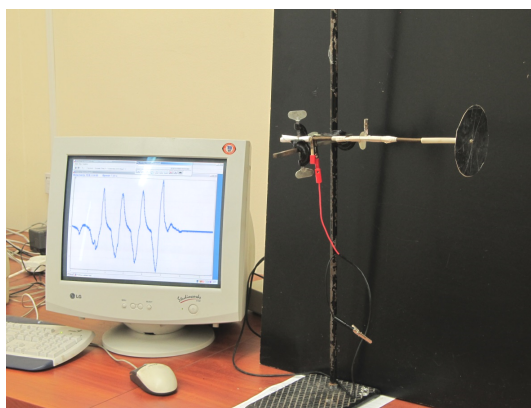


Рис. 1. Загальний вигляд установки для дослідження зміни потенціалу електрода в залежності від відносної швидкості носія заряду.

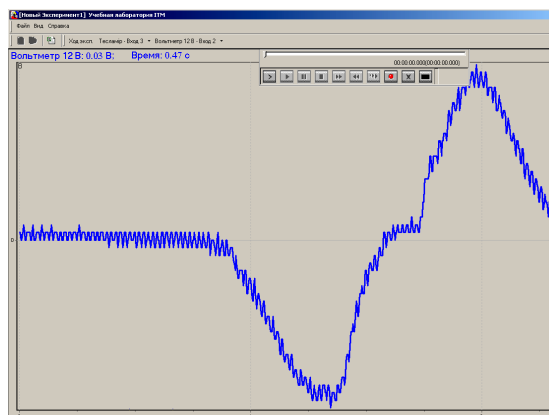


Рис. 2. Зміна потенціалу на пробному електроді в залежності від часу при русі носія заряду.

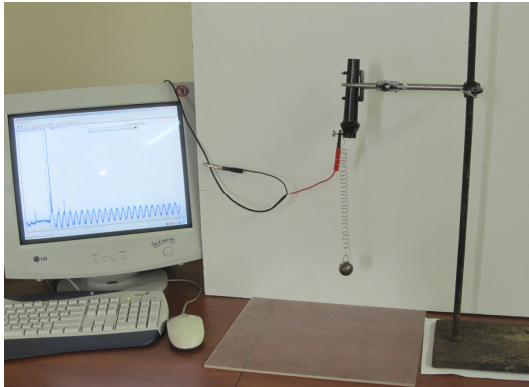


Рис. 3. Загальний вигляд установки для дослідження зміни потенціалу кульки пружинного маятника в електричному полі зарядженої площини (оргскло).

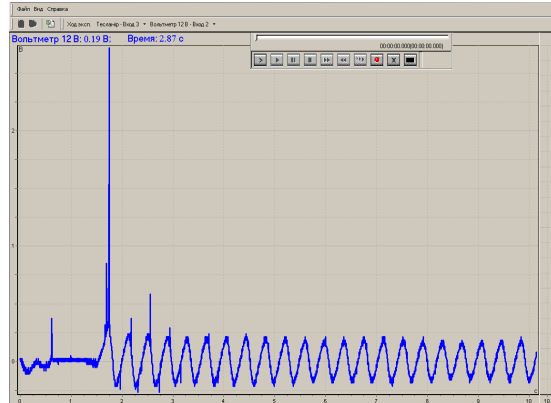


Рис. 4. Залежність потенціалу кульки пружинного маятника від часу, при її коливанні в полі площини.

По суті, датчик фіксує падіння напруги на опорі  $10^7$  Ом, тому по ній можна побудувати залежність  $I(t)$ . В Excel розраховується заряд, який перенесений на пробний електрод з уявлень, що  $q = \sum_i^N I_i(t_i) \Delta t_i$ , де  $I_i(t_i)$  – значення струму для  $i$ -го значення часу ( $I_i = U_i/R$ );  $\Delta t_i = \Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots = \Delta t_N = 0.02$  с – визначається роздільною здатністю АЦП, і змінюється від 1 до 200 умовних одиниць. Згідно рис. 2, отримане значення заряду  $\sim 5.55 \cdot 10^{-8}$  Кл. Тобто, на порівняно простому досліді, з застосуванням сучасних технологій діагностики, можна отримати кількісний параметр – заряд.

Видозмінити дослід з відносним рухом зарядженої палички і електродом, з приєднаним датчиком напруги, зробити його більш наочним, можна за установкою, яка показана на рис. 3. Металева кулька, підвішена на пружині, коливається в електричному полі наелектризованої пластини з оргскла. Зміна потенціалу кульки показана на рис. 4.

З цієї залежності можна визначити період коливань даного пружинного маятника (в нашому випадку  $T = 0.4 \pm 0.01$  с), а також дисипативний параметр (логарифмічний декремент затухання  $\delta = \frac{1}{N} \ln \frac{U_n}{U_m}$ , де  $N = m - n$  - число коливань від  $U_n$  до  $U_m$ ). Такий метод визначення  $T$  і  $\delta$

можливий лише при застосуванні саме такої методики. На цьому ж графіку за допомогою курсору визначаємо, що амплітуда потенціалу першого коливання ( $n = 1$ ) складала 0.32 В (рис. 5 а, б), а через десять коливань ( $m = 11$ ) вона відповідала значенню 0.16 В. Значення декременту, оцінене за формулою (1), складає  $\delta \approx 0.2$ . Крім логарифмічного декременту є ще один параметр, який характеризує коливальну систему відносно втрат механічної енергії – це показник затухання, що засвідчує втрати енергії за одиницю часу -  $\alpha$  (на відміну від  $\delta$ , який відповідає втраті за період), зв'язок між ними:  $\delta = \alpha T$ . По останній формулі знаходимо  $\alpha = 0.5$  с $^{-1}$ .

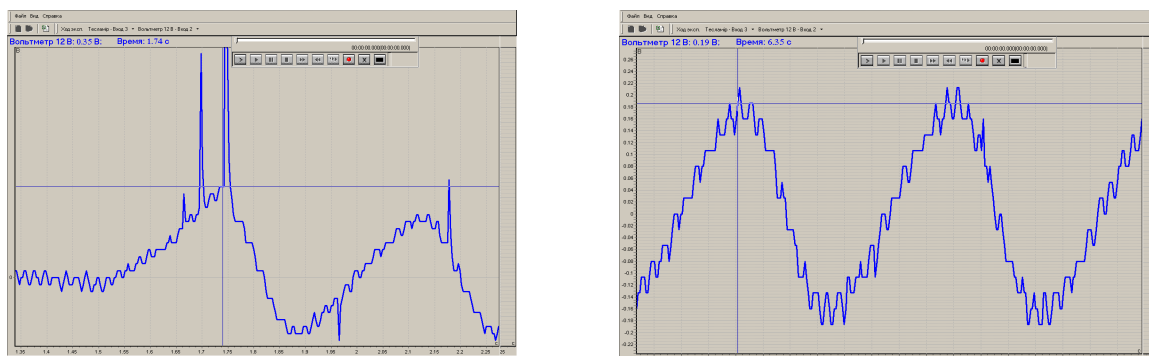


Рис. 5. Виділені фрагменти зміни потенціалу кульки від часу для першого і одинадцятого коливань.

З даної залежності  $U(t)$  видно, що в першу чверть періоду коливань кульки (при максимальному її наближенні до зарядженої площини) виникає електричний розряд між кулькою і площиною (пробій повітря). На рис.4 цьому моменту відповідає імпульс потенціалу при  $t = 1.75$  с, значення якого складає 2.72 В.

Відомо [4], що напруженість поля, при якій спостерігається пробій повітря лежить в межах 25 кВ/см. Візуальні спостереження дають значення мінімальної відстані між кулькою і пластиною в 3- 4 см. При однорідному полі (в межах пластини) пробій би відповідав амплітудному значенню початкового потенціалу  $\sim 80$  кВ. Насправді, поле біля поверхні пластини неоднорідне: формується завдяки руйнації окисної плівки на оргсклі при терті. Ця плівка забезпечувала електронейтральність системи «площина-поверхня». Тобто, на оргсклі утворюються фрагменти плівки мікроскопічних розмірів з малим радіусом кривизни, що приводить до високої напруженості поля, далі відбувається формування груп іонізованих частинок (стрімерів) через які і формується розряд. Струм розряду настільки незначний, що приблизно за 0.001 с напруга розряду падає до декількох вольт. І навіть при цій напрузі струм (при вхідному опорі в  $10^7$  Ом) складатиме  $10^{-7}$  А. До речі, якщо передній фронт імпульсу досить крутий (процеси генерації іонів і електронів під дією поля відбуваються надто швидко), то задній фронт більш пологий і по його формі можна оцінити час релаксації нерівноважних носіїв заряду (рис.6). В даному випадку він складає  $\tau = 0.005$  с ( оцінка ведеться з формули  $U = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ ). Записуємо її двічі, для амплітуди  $U_1$ , що відповідає часу  $t_1$  і амплітуді  $U_2 = U_1/e$ , де  $e = 2.72$ , що відповідає часові  $t_2$ , тоді маємо  $t_2 - t_1 = \tau$ .

Таким чином, показані можливості лабораторного комп'ютерного комплексу, при виконанні демонстраційних дослідів з електростатики, основною особливістю яких є отримання чисельних значень певних параметрів і їх функціональних залежностей. Крім цього, комплекс забезпечує збір і обробку інформації, яка відповідає сучасному рівню технологій вимірювальної техніки.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Литвинов Ю., Малець Є., Мялова О., Сергеев В. Комп'ютерні технології в експерименті з механіки / В зб. Наукові записки КДПУ ім. Володимира Винниченка – 2009, вип.82, частина 2, - С.312-316
2. Литвинов Ю., Малець Є., Мялова О. Засоби вимірювання в навчальному експерименті при вивченні коливальних процесів / В зб. Наукові записки КДПУ ім. Володимира Винниченка - 2012, вип.108, частина 1, - С.264-270
3. В.В.Майер, Р.В.Майер. Наблюдение электростатической индукции /ж. Квант -1987, № 12, с.36

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Малець Євген Борисович** – кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри фізики Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С.Сковороди.

**Пивовар Євген Анатолійович** – старший викладач кафедри фізики та агрометеорології Харківського національного аграрного університету ім. В.В.Докучаєва.

*Коло наукових інтересів:* застосування сучасних технологій в фізичному експерименті.