

## НОВІТНЯ МЕТОДОЛОГІЯ ТА СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ВИКОНАННЯ ШКІЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ З ФІЗИКИ (ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ)

*У статті представлено результати обґрунтування вирішення однієї із проблем занепаду рівня підготовки фахівців у технічних ВУЗах України, яка є прямим наслідком незадовільного рівня матеріального (лабораторного) забезпечення вивчення курсу Фізика в середній школі, на застарілих, а то і зовсім без такої лабораторної бази.*

*Проаналізовано шляхи, які надають забезпечення високого рівня лабораторно-практичних занять на світовому рівні, виявлено принципові моменти, які мають визначальне значення на мотиваційну зацікавленість учнів у вивченні і адекватному засвоєнні фізики на сучасному рівні розвитку науки і техніки.*

*Запропоновано новітня методологія і прості та досить ефективні засоби для створення лабораторного комплексу з курсу фізика (електрика і магнетизм), які мають приємну цінову політику і високу адекватність найкращим світовим зразкам, вартість яких перевищує в 10 і більше разів, тим більш «тяжкіє» до застарілих підходів.*

*Ключові слова: новітня методологія, лабораторний практикум, курс фізики (електрика і магнетизм), вартість і сучасний рівень техніки.*

I.V. TROTSYSHYN

Odessa National Academy of Telecommunications .. Popov

### NEW METHODOLOGY AND PERFORMANCE MODERN MEANS SCHOOL LABORATORY WORK ON PHYSICS (ELECTRICITY AND MAGNETISM)

*The paper presents the study results address one of the problems of decline in the level of training of technical universities in Ukraine, which is a direct consequence of poor material (laboratory) study software physics course in high school, obsolete, if not no such laboratory facilities.*

*The ways that provide high level software laboratory and practical classes on a global level, revealed the fundamental points that are crucial to motivation of students interested in studying and learning physics adequate at the present level of science and technology.*

*A novel methodology and simple and very effective tools for creating laboratory complex of course physics (electricity and magnetism), which are acceptable pricing and high adequacy best world standards exceeding 10 times or more, the more "inclined" to obsolete approaches.*

*Keywords: modern methodology, laboratory practicum course in physics (electricity and magnetism), the cost and the current level of technology.*

#### **Вступ. Актуальність роботи**

На даний час в Україні відсутні вітчизняні аналоги сучасних лабораторних комплексів з електродинаміки та магнетизму для загальноосвітніх закладів, а існуючі зарубіжні комплекси коштують дорого. Вирішення проблеми з одного боку технічної, з іншої – матеріальної, потребує сучасного лабораторного комплексу за доступну вартість. Створений навчальний лабораторний комплекс з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів відповідає сучасним потребам.

З 2015-2016 навчального року починається вивчення фізики за новим державним освітнім стандартом. У зв'язку із реформуванням середньої освіти та введення нового Державного освітнього стандарту база для виконання практичної частини курсу прикладних дисциплін, таких, як фізика, потребує оновлення. Протягом усього періоду існування незалежної України в освітньому секторі країни накопичувалися численні проблеми системного характеру.

Освіта має перетворитися на ефективний важіль економіки знань, на інноваційне середовище, у якому учні й студенти отримують навички і вміння самостійно оволодівати знанням протягом життя та застосовувати це знання в практичній діяльності.

#### **Постановка завдання дослідження.**

Вирішення визначених проблем пропонується шляхом:

- здійснення оновлення матеріально-технічної бази шкільного кабінету фізики для вивчення тем «Електродинаміка та магнетизм», використовуючи навчальний лабораторний комплекс з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів. Комплекс є аналогом програмно-апаратного комплексу NI ELVISTM II, надає такі самі можливості для забезпечення експериментально-дослідницького компоненту навчання, але має значно нижчу вартість.

- Вироблення нової методики навчання застосовуючи лабораторний комплекс з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів при вивченні фізики в школі. Нова методика полягає в поєднанні трьох складових компонентів комплексу: теоретичного (методичні рекомендації для вчителя та дидактичний матеріал для учнів), прикладного (макетна плата із електричними приладами та вимірювальними засобами) та симуляційного (практичне використання програм-симуляторів).

- Створення нової дидактичної бази (зошит для лабораторних робіт) для оптимізації практичної частини при вивченні фізики в 7-9 класах. Яка дозволяє виконувати експериментальну частину обов'язкової програми з фізики, як в класі із використанням макетної плати так і для самостійної роботи учня вдома із використанням програми-симулятора.

При системному використанні можливостей запропонованого лабораторного комплексу поліпшаться знання учнів з фізики, що стане безумовним фактором формування конкурентоспроможного випускника основної школи.

**Актуальність розробки:** у зв'язку із реформуванням середньої освіти та введення нового Державного освітнього стандарту база для виконання практичної частини курсу прикладних дисциплін, таких, як фізика, потребує оновлення, згідно сучасних вимог. Уявити такий процес без інтегрування із сучасними комп'ютерними програмними засобами навчання неможливо. Комп'ютерна симуляція фізичних процесів не повинна замінювати їх моделювання або практичне дослідження, але може поглибити та розширити практичні навички учнів з прикладної складової предмету. Представлена робота є комп'ютерною програмною частиною навчального лабораторного комплексу з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів.

Відсутні вітчизняні аналоги інтегрування комп'ютерних програмних засобів навчання для посилення реалізації практичної частини шкільного курсу фізики з тем: Електродинаміка та магнетизм з метою поліпшення підготовки випускників школи для подальшого навчання в технічних ВНЗ.

**Задачі, що будуть вирішуватися:**

1. Пошук комп'ютерних програм навчального призначення для симуляції електричних кіл та здійснення відповідних вимірів для вивчення законів електродинаміки та магнетизму;

2. Поєднання трьох компонентів лабораторного комплексу з курсу «Фізика»: теоретичного, моделюючого та симуляційно-програмного засобів;

3. Розробка методичного забезпечення щодо використання лабораторного комплексу з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів.

**Об'єкт дослідження** процес використання симуляційних програм при вивченні прикладних наук.

**Предмет дослідження** програмні засоби для симуляції побудови електричних кіл та здійснення відповідних вимірів для вивчення законів електродинаміки та магнетизму.

**Метою дослідження** є розробка симуляційно-програмної складової для навчально-лабораторного комплексу з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів.

**Методологія та принципи реалізації.**

Основними керуючими документами у вказаній розробці виступають приведені на сайті МОН України «КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ ОСВІТИ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД 2015–2025 РОКІВ» та «Програма з курсу Фізика». Вихідними також являлись сучасний стан рівня підготовки випускників з природничих наук (Фізика), та досвід їх адаптації до сучасних вимог для підготовки у ВНЗ за напрямком підготовки «Радіотехніка, зв'язок та телекомунікації».

Але найкращими є дані що наведено у вказаних документах, які вказують на мету та засоби для досягнення цілей з практичної підготовки учнів середньої школи і покращення їх рівня підготовки до вимог вступу до ВНЗ на технічні спеціальності, де профілюючим предметом є саме Фізика.

**КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ ОСВІТИ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД 2015–2025 РОКІВ**

Кількість загальноосвітніх навчальних закладів у 1991–2013 роках скоротилася з 21,8 тис. **до 19,3 тис.**, кількість учнів у них - з 7,132 млн. до 4,204 млн. Так само за цей період зменшилася кількість учителів — з 537 тис. до 508 тис.

У сфері професійно-технічної освіти: з 1991-го до 2013 року кількість закладів скоротилася з 1251 **до 968**, а кількість учнів — з 648,4 тис. до 391,2 тис. За той самий період кількість вишів III—IV рівнів акредитації зросла від 149 до 325, а кількість студентів, які здобувають вищу освіту у ВНЗ I—IV рівнів акредитації, — з 1,6154 млн. до 2,0527 млн. Протягом усього періоду існування незалежної України в освітньому секторі країни **накопичувалися численні проблеми системного характеру:**

- **занепад матеріально-технічної бази**, старіння педагогічних кадрів, недостатній приплив молодих спеціалістів;

- **зниження якості освіти та падіння рівня знань і вмінь учнів, моральне старіння методів і методик навчання;**

- зниження якості навчальної літератури та критичний брак передових технологій в освітньому секторі.

*Освіта має перетворитися на ефективний важіль економіки знань, на інноваційне середовище, у якому учні й студенти отримують навички і вміння самостійно оволодівати знанням протягом життя та застосовувати це знання в практичній діяльності.*

**ЗМІСТ ОСВІТИ**

**2.2.2. Середня освіта**

**2.2.2.1.** Відновити у 2015–2020 роках **лабораторну й практичну частину природничої підготовки (фізика, хімія, біологія, географія) у загальноосвітніх навчальних закладах, передбачити обладнання їх**

новітніми лабораторними комплексами та витратними матеріалами.

2.2.2.2 На доповнення до академічної складової забезпечити практичну орієнтацію основних предметів середньої школи в процесі розробки національного curriculum у 2015–2017 роках.

### **3.4. Доступ до новітніх засобів навчання та технологій навчання**

3.4.4. Від 2015 року перейти на систему відбору/замовлення підручників, навчальних посібників та інших навчальних засобів, які видаються коштом державного бюджету, безпосередньо школами. Скасувати конкурси навчальної літератури.

3.4.5. Забезпечити зовнішню незалежну експертизу навчальної літератури й інших засобів навчання.

Відмовитись від інспектування вищих навчальних закладів з боку Міністерства освіти і науки. Натомість запровадити дієву систему вивчення якості освіти у середній школі, базовану на оцінці навчального процесу, а не правильності заповнення звітності.

Фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи й надає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу.

Головна мета навчання фізики в середній школі полягає в розвитку особистості учнів засобами фізики як навчального предмета, зокрема завдяки формуванню в них предметної компетентності на основі фізичних знань, наукового світогляду й відповідного стилю мислення, розвитку експериментальних умінь і дослідницьких навичок, творчих здібностей і схильності до креативного мислення.

Засвоєння учнями системи фізичних знань та здатність застосовувати їх у процесі пізнання і в практичній діяльності є одним із головних завдань навчання фізики в середній школі.

Фізика ґрунтується на експерименті. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та попереднього їх узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов експеримент виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому у свідомості учня утворюються нові зв'язки й відношення, формується особистісне знання.

Саме через навчальний фізичний експеримент найефективніше здійснюється діяльнісний підхід до навчання фізики.

Навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту. У шкільному навчанні він реалізується у формі демонстраційного і фронтального експерименту, лабораторних робіт, фізичного практикуму, навчальних проектів, позаурочних дослідів тощо.

У системі навчального фізичного експерименту особливе місце належить лабораторним роботам, які забезпечують практичну підготовку учнів.

Виконання лабораторних робіт передбачає оволодіння учнями певною сукупністю умінь, які в цілому складають узагальнене експериментальне вміння.

а) уміння планувати експеримент, тобто формулювати його мету, визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування, складати план дослідження й визначати найкращі умови для його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, враховуючи наявні експериментальні засоби;

б) уміння підготувати експеримент, тобто обирати необхідне обладнання й вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розташовувати прилади, досягаючи безпечного проведення дослідів;

в) уміння спостерігати, визначати мету й об'єкт спостереження, встановлювати характерні ознаки перебігу фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;

г) уміння вимірювати фізичні величини, користуючись різними вимірювальними приладами та мірними, визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу;

д) уміння обробляти результати експерименту, обчислювати значення величин, знаходити похибки вимірювань, складати таблиці одержаних даних, готувати звіт про проведену роботу, записувати значення фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

**Фізика є теоретичною наукою, що відкриває фундаментальні закони природи.**

Фізичні теорії і фізичні методи дослідження все більше проникають в інші природничі науки (хімію, астрономію, біологію тощо) і дають важливі результати. Фізика вважають теоретичною основою сучасної техніки, багато галузей якої виникли на базі фізичних відкриттів. Це - електротехніка, радіотехніка, ядерна енергетика і т.д.

Зміст і послідовність вивчення основ фізики регламентує програма як основний державний документ, обов'язковий для виконання. Перелічені в програмі демонстраційні дослідження й лабораторні роботи є мінімально необхідними і достатніми щодо вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти.

Проте залежно від умов і наявної матеріальної бази фізичного кабінету вчитель може замінювати окремі роботи або демонстраційні дослідження рівноцінними, використовувати різні їхні

можливі варіанти. Учитель може доповнювати цей перелік додатковими дослідями, короткочасними експериментальними завданнями, об'єднувати кілька робіт в одну залежно від обраного плану уроку.

Окремі лабораторні роботи можна виконувати як учнівські навчальні проекти, а також за умови відсутності обладнання за допомогою комп'ютерних віртуальних лабораторій. Разом з тим модельний віртуальний експеримент повинен поєднуватися з реальними фізичними дослідями і не заміщувати їх.

Самостійне експериментування учнів, особливо в основній школі, необхідно розширювати, використовуючи найпростіше устаткування, інколи навіть саморобні прилади й побутове обладнання, дотримуючись правил безпеки життєдіяльності.

У процесі такої діяльності вони мають навчитися ставити мету дослідження, обирати адекватні методи й засоби, планувати і здійснювати експеримент, обробляти його результати й робити висновки.

Навчання фізики передбачає залучення школярів до таких видів діяльності, які дозволяють використовувати набуті знання на практиці, зокрема, до виконання школярами лабораторних робіт.

Під лабораторними роботами розуміють таку організацію навчального фізичного експерименту, при якій кожен учень працює з приладами чи установками.

При виконанні лабораторних робіт учні навчаються користуватись фізичними приладами як знаряддями експериментального пізнання, набувають навичок практичного характеру.

Виконання лабораторних робіт сприяє поглибленню знань учнів з певного розділу фізики, набуттю нових знань, ознайомленню з сучасною експериментальною технікою, розвитку логічного мислення. Лабораторні роботи мають також важливе виховне значення, оскільки вони дисциплінують учнів, привчають їх до самостійної роботи, сприєплюють навички лабораторної культури.

Фронтальні лабораторні роботи - це такі заняття, в яких учні самі відтворюють і спостерігають фізичні явища або проводять вимірювання фізичних величин, користуючись при цьому спеціальним (лабораторним) обладнанням. Слово "фронтальний" означає, що в даному випадку всі учні класу проводять однаковий експеримент, користуючись при цьому однаковим обладнанням

Фізичним практикумом називають таку форму проведення лабораторних робіт, при якій усі ланки або групи ланок учнів отримують різні завдання ускладненого змісту. Його завдання охоплюють великі теми курсу і вимагають для свого виконання складної фізичної апаратури та експериментальних установок.

Домашній експеримент – лабораторні роботи, які виконуються учнями вдома за завданням учителя. При цьому учні користуються предметами домашнього вжитку або самостійно виготовленими найпростішими приладами.

Кількість і тематика фронтальних лабораторних робіт з кожної теми шкільного курсу фізики визначається навчальною програмою. При цьому передбачається, що в разі необхідності (відсутність необхідного обладнання чи умов) вказані роботи можна замінити рівноцінними їм роботами.

Для виконання фронтальних лабораторних робіт передбачається використання спеціальних (лабораторних) приладів.

Підготовка до виконання фронтальних лабораторних робіт розпочинається із створення відповідної матеріальної бази - підбору необхідних для виконання роботи приладів з таким розрахунком, щоб з одним набором працювало 2 учні.

Виконання фронтальних лабораторних робіт найчастіше проводиться "парами", які формуються таким чином, щоб забезпечити високу ефективність роботи кожного учня.

Для виконання робіт практикуму використовуються складніші прилади (порівняно з приладами для фронтальних робіт), що дає можливість точніше провести вимірювання та ознайомити учнів із приладами, які використовуються для фізичних досліджень.

Широкі можливості при виконанні лабораторного експерименту з фізики має використання комп'ютерної техніки на різних етапах цієї роботи. Використання комп'ютера дозволяє графічно подати будь-яку математичну функція (залежність між певними фізичними величинами), моделювати фізичні процеси, складні фізичні та технологічні установки, розглядати фізичні процеси в динаміці. Застосування аналого-цифрових перетворювачів дає можливість використовувати комп'ютер під час виконання лабораторних робіт для вимірювання фізичних величин та графічної інтерпретації протікання фізичних процесів.

Поряд із тим, використовуючи комп'ютер у лабораторному експерименті, слід пам'ятати, що моделювання фізичних процесів на комп'ютері мало сприяє формуванню в школярів експериментаторських умінь та навичок. Адже комп'ютер лише моделює фізичний експеримент, а модель ніколи не може подати вичерпні відомості про явище. Тому використання комп'ютера в лабораторному експерименті повинне доповнювати, але не підмінювати його.

Учні повинні вміти працювати з реальними фізичними приладами, збирати експериментальні установки, користуватись вимірювальними приладами. Моделювання ж різноманітних ситуацій, наприклад під час роботи "конструкторами електричних кіл" та іншими аналогічними комп'ютерними програмами, дозволить швидше пізнати закономірності тих чи інших процесів і явищ.

### Програмно-апаратний комплекс NI ELVISTM II

Лабораторний комплекс ELVIS II представляє програмно-апаратний комплекс, призначений для проведення лабораторних робіт з загально технічних і спеціальних дисциплін. Об'єднання апаратних засобів і програмного забезпечення, створеного в середовищі LabVIEW робить ELVIS II потужною і гнучкою контрольно-вимірювальною платформою. Апаратна частина комплексу включає (рис 1) [2,4-6]:

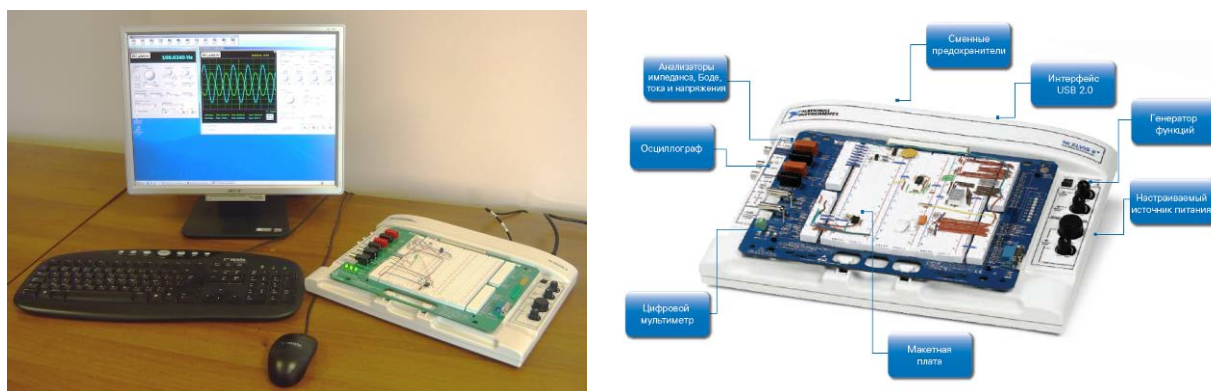


Рис.1. Лабораторний комплекс ELVIS II

- Настільну робочу станцію (далі - робочу станцію);
- Джерело живлення;
- Монтажну панель;
- Плату збору даних;
- USB кабель для зв'язку з комп'ютером;
- Персональний комп'ютер з встановленим програмним забезпеченням NI ELVISMx .

Основою для організації лабораторних стендів є NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite II (NI ELVISTM II) Програмно-апаратний комплекс для організації віртуальної лабораторії National Instruments NI ELVISTM II. До складу програмно-апаратного комплексу NI ELVISTM II, входять лабораторний стенд, що дозволяє виконувати макетування електричних схем та програмні інструменти на основі ПЗ LabVIEW, що виконують функції типових технічних засобів досліджень.

У підсумку можна виділити безліч факторів, які говорять на користь первинної роботи з окремими макетними платами:

- Сумісність і наступність у використанні,
- Доцільність виконання робіт без обладнання National Instruments,
- Відсутність ускладнюючих факторів на початковому етапі,
- Більш широке охоплення школярів (у тому числі, за віком),
- Необмежена кількість часу для практики,
- Складання схем різної складності і вибору,
- Можливість виконувати практичні домашні завдання,
- Корисні навички,
- Підвищення якості освітнього процесу,
- Ефективне використання обладнання National Instruments.

Принциповим обмеженням є висока вартість модуля та програмного забезпечення (більше 3 тис. доларів!!!).

### Електронний конструктор МНТЦ [3]

Електронний конструктор являє собою набір електронних компонентів і опис схем складання які дозволяють користувачеві познайомитися з світом електроніки і дасть можливість збирати пристрої які не купиш у магазині. Електроніка це область техніки, що використовує рух електричних зарядів щоб створювати дивовижні штуки.

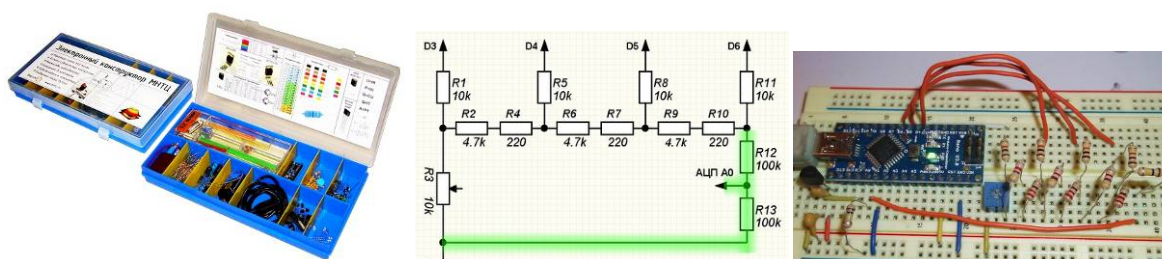


Рис.2. Електронний конструктор МНТЦ



Даний набір дозволяє багаторазово збирати-розбирати, програмувати і пов'язувати з ПК та Інтернетом електронні пристрої на макетній платі з йдуть в наборі радіодеталей. Вимірювати і впливати на фізичні і хімічні величини через комп'ютерний інтерфейс, відкалібрований в о одиницях СИ, і тим самим перевірити і відкрити для себе закони природи.

Все відносно добре, але питання курсу Фізики, тут є побічними і обмеженими.

### Макетні плати виробництва Китаю

Найбільш широко представлено на ринку макетні плати виробництва Китаю, які мають ще декілька принципових переваг перед розглянутими вище, які полягають у невисоких цінах (до 25-50 доларів за комплект), та наявності наборів макетних плат.



Рис.3. US \$14.48 / Комплект Приблизно 378,31 грн. /: Комплект Загальна вартість: US \$ 48.12 (Приблизно 1592,54 грн).

### Електронний конструктор “Знаток 999”[3-5]

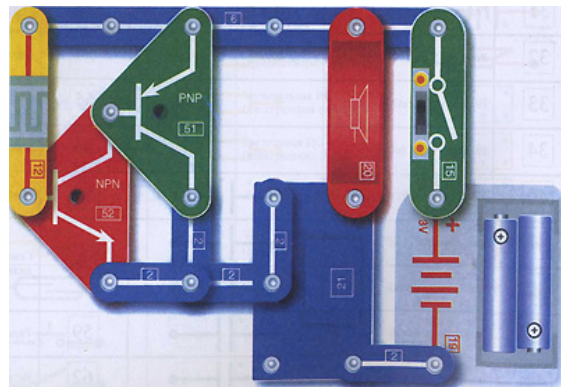


Рис. 4. Електронний конструктор “Знаток 999”

Всі ми знаємо, що в стандартній шкільній програмі занадто мало навчальних годин, і вчителям шкода витратити їх на наукові гри - і абсолютно марно. Якщо вивчення фізики буде супроводжуватися для підлітка дивовижними відкриттями, що пояснюють пристрій звичних для нього приладів, стане відповідно на безліч актуальних практичних питань - його ставлення до предмета здатне докорінно змінитися. Що вже говорити про справжніх технарів, які марять створенням власних електронних приладів і схем. І для тих, і для інших справжньою знахідкою стане електронний конструктор «Знаток-999» з максимальною кількістю ретельно розібраних схем різних пристроїв.



Рис. 5. Використання конструктора в школі



Цей конструктор спеціально створювався як допоміжний навчальний посібник для школярів

середньої та старшої школи, саме тому всі пропонувані для складання електросхеми співвідносяться із загальноприйнятою навчальною програмою, що дозволить послідовно займатися з конструктором, раз від разу удосконалюючи свої інженерні здібності, і **закріплювати пройдене на уроках фізики в школі.**

Прототипом конструкторів «Знаток» виступають **Elenco 500-in-One Electronic Project Lab**(рис. 6а, та рис. 6б), які мають декілька ієрархічних рівнів (рис.7), але також більш є засобами для позашкільного освоєння основ радіоелектроніки.

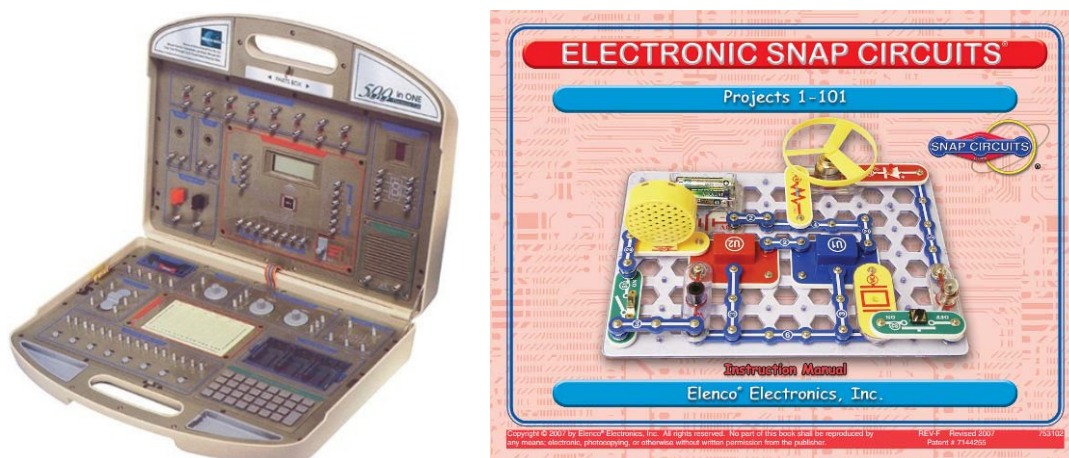


Рис.6. Elenco 500-in-One Electronic Project Lab, та його модифікації

Вартість вказаних комплектів лежить в межах 200-500доларів, і має високоякісне методичне забезпечення (англ. мовою) (рис.7), але питання відповідності вимогам навчальної програми для курсу фізики в середній школі не відповідає.

Ще одним представником світового рівня можуть слугувати початкові комплекти німецької фірми RHYWE (рис.8). Продукція RHYWE використовується при проведенні досліджень і викладання в усьому світі. - Від шкіл до університетів. По всьому світу компанія RHYWE є однією з провідних у сфері виробництва і надання послуг, необхідних для вивчення природничих наук, а також використанню їх при проведенні лабораторних експериментів, у ШКОЛАХ, коледжах і університетах. Продукт RHYWE є зразком якості, передової думки і розумної ціни. Вони залишаються актуальними і не втрачають свої цінності для всіх партнерів

**Project #1**

**Electric Light & Switch**

*OBJECTIVE: To show how electricity is turned "ON" or "OFF" with a switch.*

Build the circuit shown on the left by placing all the parts with a black 1 next to them on the base grid first. Then, assemble parts marked with a 2. Install two (2) "AA" batteries (not included) into the battery holder (B1) and screw the bulb into the lamp socket (L1) if you have not done so already.

When you close the slide switch (S1), current flows from the batteries through the lamp and back to the battery through the switch. The closed switch completes the circuit. In electronics this is called a closed circuit. When the slide switch is opened, the current can no longer flow back to the battery, so the lamp goes out. In electronics this is called an open circuit.

---

**Project #2**

**DC Motor & Switch**

*OBJECTIVE: To show how electricity is used to run a Direct Current (DC) Motor.*

Build the circuit shown on the left by placing all the parts with a black 1 next to them on the base grid first. Then, assemble parts marked with a 2.

When you close the slide switch (S1), current flows from the batteries (B1) through the motor (M1) making it rotate. Place the fan blade on the motor shaft and close the slide switch. The motor will rotate forcing the fan blade to move air past the motor.

In this project, you changed electrical power into mechanical power. DC motors are used in all the battery powered equipment requiring rotary motion, such as a cordless drill, electric toothbrush, and toy trains that run on batteries just to name a few. An electric motor is much easier to control than gas or diesel engines.

**WARNING:** Moving parts. Do not touch the fan or motor during operation.

Рис.7. Методичне забезпечення Elenco 500-in-One Electronic Project Lab





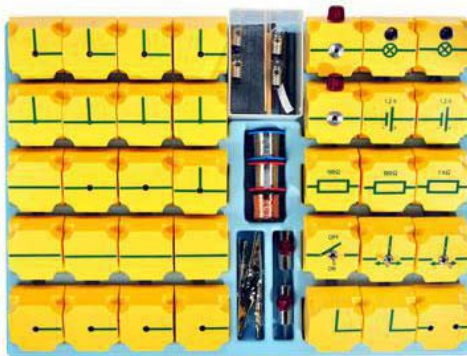
**PHYWE**  
excellence in science

Рис. 8. Типовий набір приладів для дослідження трансформатора

На жаль питання номенклатури виробів, а особливо їх вартість, не відповідають саме потребам багатофункціональності на простоті і малій вартості.

В той же час в Україні «бурно розвинувся» ринок оснащення шкільних лабораторій явно застарілим, як морально так і технічно, примітивними засобами, але за досить таки значні ціни, які навіть перевищують вартість розгянутого вище обладнання світових лідерів, досить глянути на Комплект Електрика та Електроніка, (рис.9), а особливо на вртість комплектууючих (рис. 10) [7].

*Електрика 1 41 562,50грн*



*P9901-4M Електроніка 68 250,00грн*

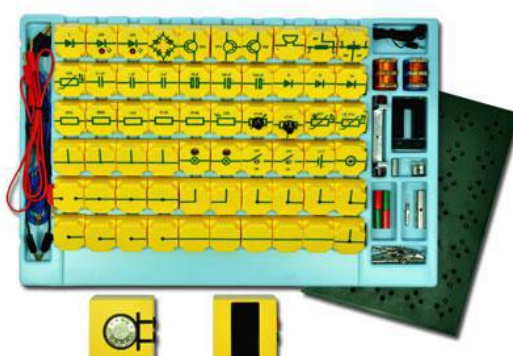


Рис. 9 Комплект Електрика та Електроніка

*Цифровий вимірювальний пристрій  
Ф180 496,25грн.*



*Джерело живлення лабораторне (утримувач  
батареєнок)  
Ф1721 96,25грн*

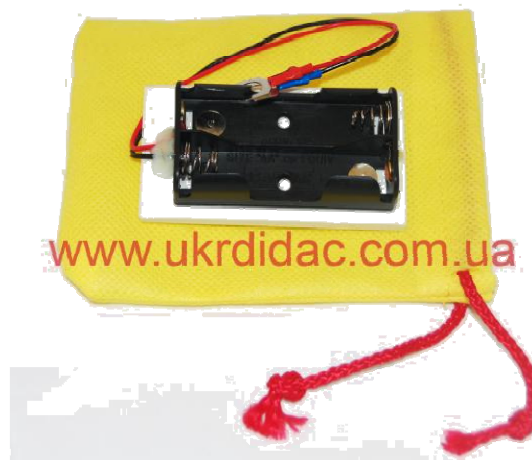


Рис.10. Типові пропозиції на ринку «України»

Аналогічні засоби також широко випускаються в Росії, Казахстані, але з більш помірною ціною, які не відповідають в повному обсязі вимогам КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ ОСВІТИ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД 2015–



**Комплект навчально-лабораторного обладнання з фізики (Електрика і магнетизм)**

Метою практикуму є проведення лабораторних занять з курсу ФІЗИКА "Електрика та магнетизм". Дане обладнання може застосовуватися для навчання в загальноосвітніх установах, установах початкового професійного, середнього професійної та вищої професійної освіти для отримання базових і поглиблених професійних знань і навичок за темами "Електрика та магнетизм" з курсів ФІЗИКА, наприклад: 8-11 класи ЗОШ.

Комплект навчально-лабораторного обладнання (модульного типу), настільного, ручного виконання "Електрика та магнетизм" призначений для виконання лабораторних робіт з ФІЗИКИ для вивчення методів вимірювання різних параметрів електричних кіл (опір, електричний струм, напруга, індуктивність), а також приладів, необхідних для даних вимірюваннях.

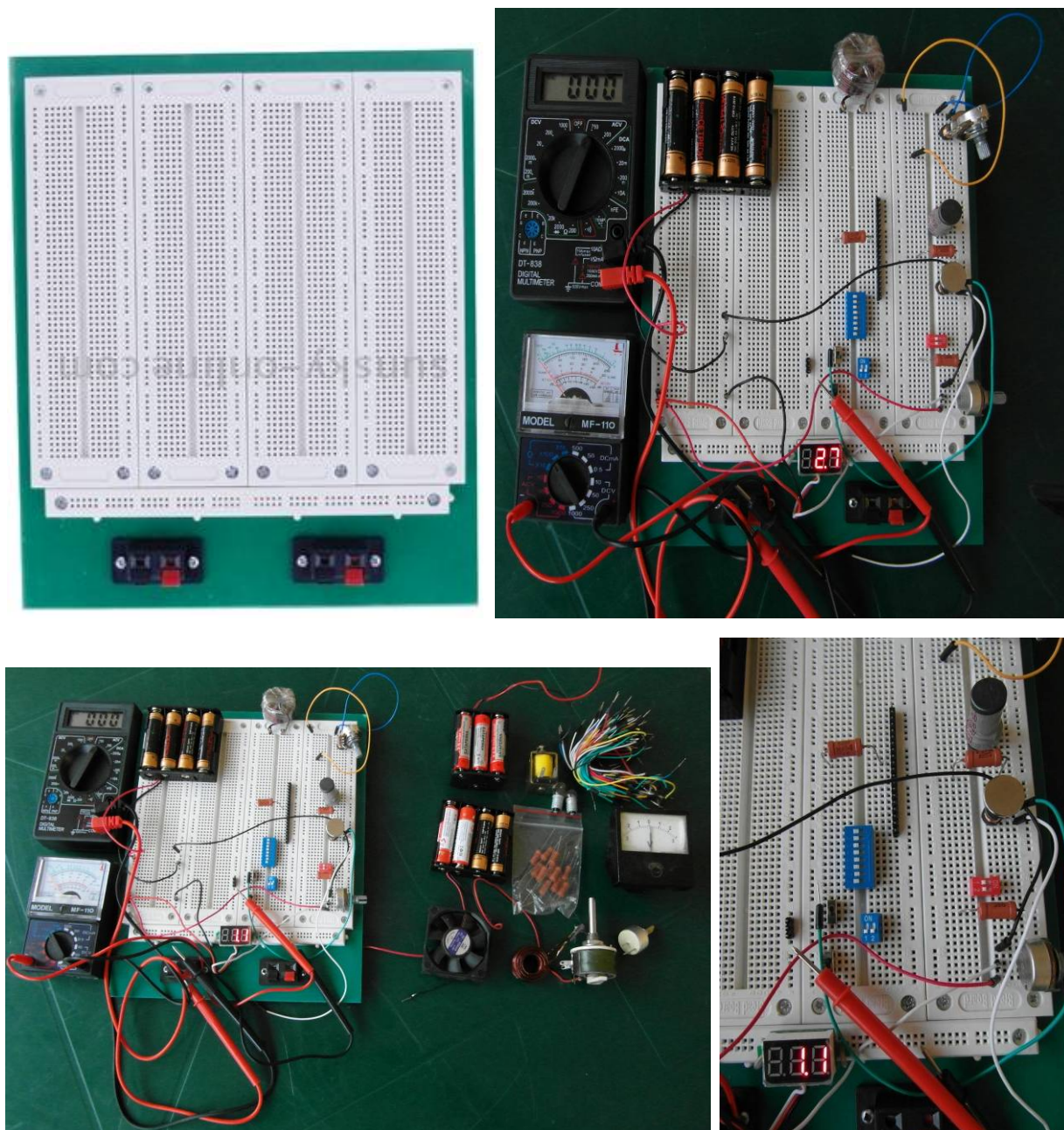


Рис.11. Загальний вигляд та складові Комплекту навчально-лабораторного обладнання з фізики (електрика і магнетизм)

**Склад навчально-лабораторного комплексу:**

- Комплектація навчально-лабораторного обладнання "Електрика та магнетизм" з курсу ФІЗИКА.
- Макетна безпасчна плата
- Комплект вимірювальних приладів (Амперметр, вольтметр, мультиметр).
- Комплект резисторів
- Комплект конденсаторів.
- Комплект котушок індуктивності (електромагніт).

- Комплект елементів живлення
- Комплект сполучних проводів.
- Магазин опорів.
- Керівництво по експлуатації.
- Методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт.

**Обовязковий перелік лабораторних робіт з Фізики (програма)**

- № 4. Вимірювання сили струму та електричної напруги.
- № 5. Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра й вольтметра.
- № 6. Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників.
- № 7. Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників

**Приблизний мінімальний перелік додаткових лабораторних робіт**

- Повірка вольтметра з магнітоелектричної системою
- Повірка амперметра з електромагнітної системою
- Вивчення цифрового мультиметра
- Вимірювання постійного струму і напруги
- Вимірювання змінного струму і напруги
- Розширення меж вимірювання вольтметра і амперметра за допомогою шунта і додаткового опору
- Вимірювання опору непрямим методом
- Вимірювання опору мостом постійного струму
- Вимірювання опору мультиметром
- Вивчення принципів ЦАП і АЦП
- Вивчення ЦАП на основі матриці R-2R

**Електронні симулятори .**

Використання комп'ютера дозволяє графічно подати будь-яку математичну функція (залежність між певними фізичними величинами), моделювати фізичні процеси, складні фізичні та технологічні установки, розглядати фізичні процеси в динаміці. Застосування аналого-цифрових перетворювачів дає можливість використовувати комп'ютер під час виконання лабораторних робіт для вимірювання фізичних величин та графічної інтерпретації протікання фізичних процесів.

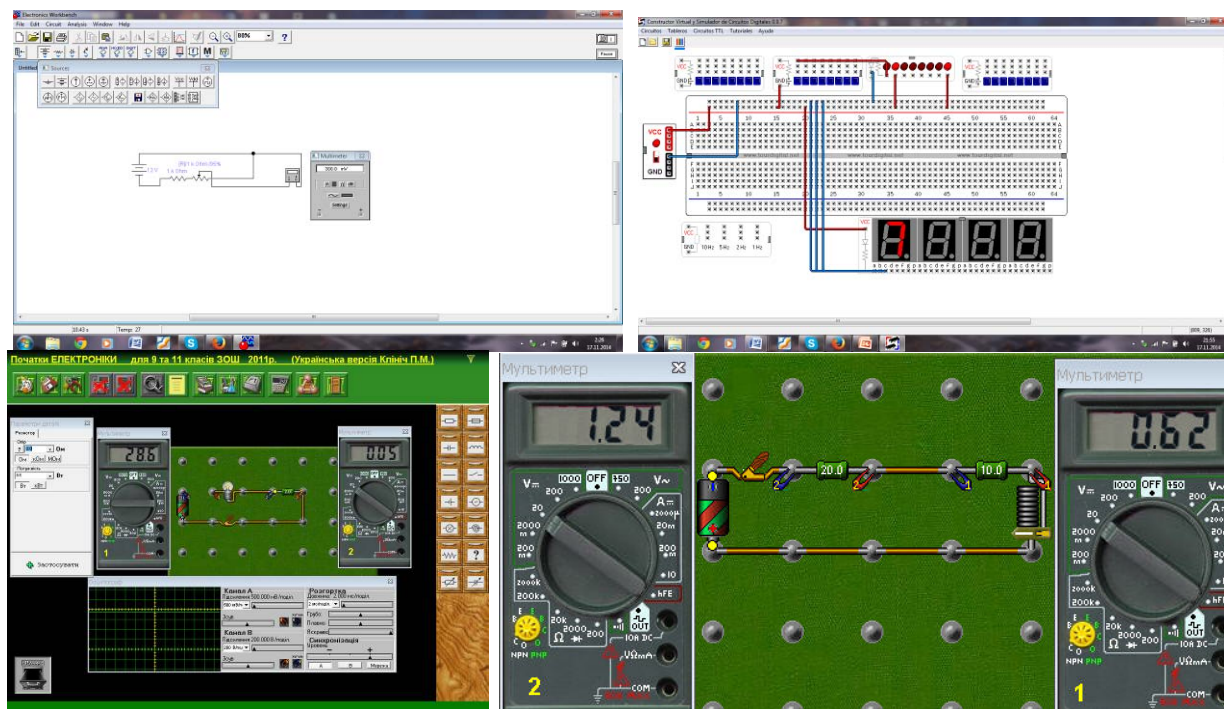


Рис. 12. Електронні симулятори для лабораторного комплексу

**2.1 Організація в школах Одеси гуртків з робототехніки для учнів 3-5 класів та 8-9 класів**

Організація в школах Одеси гуртків з робототехніки для учнів 3-5 класів (рис. 13, а, б) та 8-9 класів (рис. 14, в, г). Заняття гуртків з робототехніки проводять: доктор технічних наук, професор кафедри ВОЛЗ Одеської національної академії Зв'язку ім. Попова – Троцишин Іван Васильович, викладач кафедри Мереж зв'язку – Ярош Юлія Григоріївна та магістранти Академії.

В гуртках створено науково-дослідницьке товариство учнів, проводиться дослідницька діяльність - це об'єднує учнівську молодь, пробуджує «дух дослідництва», навчає самостійного пошуку шляхів з'ясування істини, забезпечує інтелектуальний розвиток, готує до активної діяльності, сприяє



самовизначенню в майбутній професії.

Для функціонування гуртків з робототехніки Академія передала в шкільні кабінети фізики кілька електронно-вимірювальних приладів, вольтметрів, осцилографів, частотометрів, генераторів тощо (рис. 14, а). Також для гуртків Академія закупила кілька комплектів конструкторів "Знаток 999" (рис. 14, б), набори радіоелектронних деталей, макетних плат і монтажних провідників (рис. 14, в, г).

Конструктор "Знаток 999" спеціально створювався для школярів середньої та старшої школи, саме тому всі пропонувані для складання електросхеми співвідносяться з загальноприйнятою навчальною програмою, що дозволяє послідовно займатися з конструктором, раз за разом удосконалюючи свої інженерні здібності, закріплювати вивчене на уроках фізики в школі.

Використання комп'ютера дозволяє графічно подати будь-яку математичну функцію (залежність між певними фізичними величинами), моделювати фізичні процеси, складні фізичні та технологічні установки, розглядати фізичні процеси в динаміці. Застосування аналого-цифрових перетворювачів дає можливість використовувати комп'ютер під час виконання лабораторних робіт для вимірювання фізичних величин та графічної інтерпретації протікання фізичних процесів (рис. 9).



а)



б)



в)



г)

Рис.13. Робота гуртка в Гімназії № 7 (а, б) та Одеському НВК № 49 (в, г)

Програма являє собою електронний конструктор, що дозволяє імітувати на екрані монітора процеси збирання електричних схем, досліджувати особливості їх роботи, проводити вимірювання електричних величин так, як це робиться в реальному фізичному експерименті.

Електронні симулятори (рис. 9) є комп'ютерно-програмовою частиною навчального лабораторного комплексу з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів.

*Гарне технічне оснащення та методичне забезпечення гуртків дозволяє зацікавити дітей технічною творчістю. В гуртках з робототехніки добре працює відомий метод підтримки навчання обдарованих дітей – інтелектуальне збагачення, індивідуальний підхід до дитини, робота на досить складному рівні. Таким чином, створюється достатня мотивація і умови для прогресу обдарованої дитини. Під час занять у гуртках із загального числа дітей виділяються ті, хто може вважатися особливо обдарованим в галузі технічних (природничих) наук.*

*Викладачі Академії спільно з вчителями фізики ОНВК № 49 розробили власний спеціалізований лабораторний практикум для фізики, орієнтований як на середньостатистичного школяра, так і на обдарованих дітей (який буде впроваджений в навчальний процес з 1 вересня 2016 року).*

Використання на уроках фізики спеціально розробленого лабораторного комплексу дозволяє

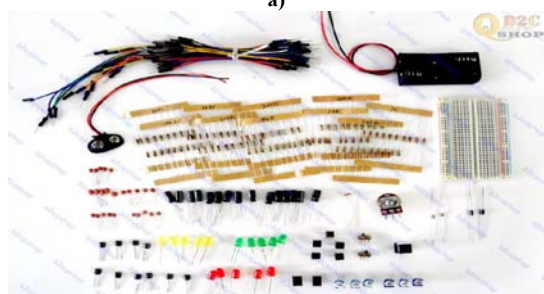
виявити обдарованих дітей, що мають здібності до техніки, фізики.



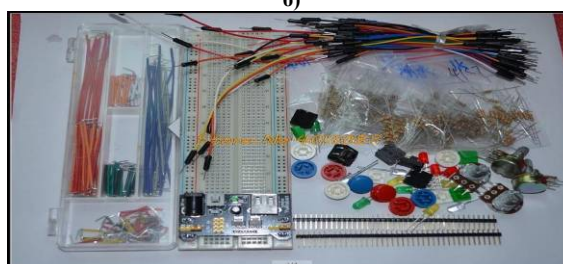
а)



б)



в)



г)

Рис. 14. Обладнання лабораторії для проведення гуртка з робототехніки:  
а) електронні вимірювальні прилади, б) електронний конструктор "Знаток 999",  
в, г) макетні плати та сучасна елементна база

Вперше у середніх школах України пропонується комплексний підхід до вирішення проблем із практичною підготовкою з фізики шляхом впровадження лабораторного практикуму який органічно поєднує у собі сучасні електронні компоненти, макетну плату, вимірювальні прилади (мультиметри), а також має електронний стимулятор для моделювання лабораторних завдань.

## 2.2 Створення лабораторного практикуму з фізики

На сьогодні в Україні відсутні вітчизняні аналоги сучасних лабораторних комплексів з електродинаміки та магнетизму для загальноосвітніх закладів, а існуючі зарубіжні комплекси коштують дорого. Вирішення проблеми, з одного боку, технічної, з іншої, – матеріальної, потребує сучасного лабораторного комплексу за доступну вартість. Створений навчальний лабораторний комплекс з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів відповідає сучасним потребам (рис. 15).

Програмний продукт являє собою електронний конструктор, що дозволяє імітувати на екрані монітора процеси збирання електричних схем, досліджувати особливості їх роботи, проводити вимірювання електричних величин так, як це робиться в реальному фізичному експерименті. Однією з головних особливостей комплексу є максимально наближена імітація реального фізичного процесу, що дає змогу оптимізувати самостійну роботу учнів з моделювання електричних явищ, поліпшення дослідницької діяльності, дозволяє учню та вчителю вийти за межі обов'язкового програмного матеріалу. Використання комплексу, як кінцевий результат – сприяє формуванню стійких знань з відповідних розділів фізики, що дозволяє формувати конкурентно-спроможного випускника з технічних дисциплін.

## 2.3 Розробка програми та впровадження спецкурсу з фізики за темою «Електродинаміка і магнетизм» для учнів 7-8-9-х класів

Для виконання лабораторного циклу розроблено прототип Робочого зошита (рис.16).

СШ №49 м.Одеси для здійснення 1-го етапу даного (освітнього) проекту необхідно:

- Закупити комплектуючі деталі та приладдя для 40 комплектів (одиниць) навчальних тренажерів для проведення лабораторного практикуму з електродинаміки і магнетизму (для оснащення 2-х кабінетів фізики).

Орієнтовна вартість комплексу 1600(грн.), з яких:

- Макетна плата – 600грн. (22дол.)
- Мультиметри =300+120=420грн.
- Модулі для батарей =120грн.
- Електродвигун = 80грн.



- Радіокомпоненти (резистори, конденсатори, котушка, світло діоди, з'єднувальні дроти, тощо) =330грн.
- Методичні матеріали та упаковка =50грн



Рис. 15. Загальний вигляд та складові Комплекту навчально-лабораторного обладнання з фізики (електрика і магнетизм)

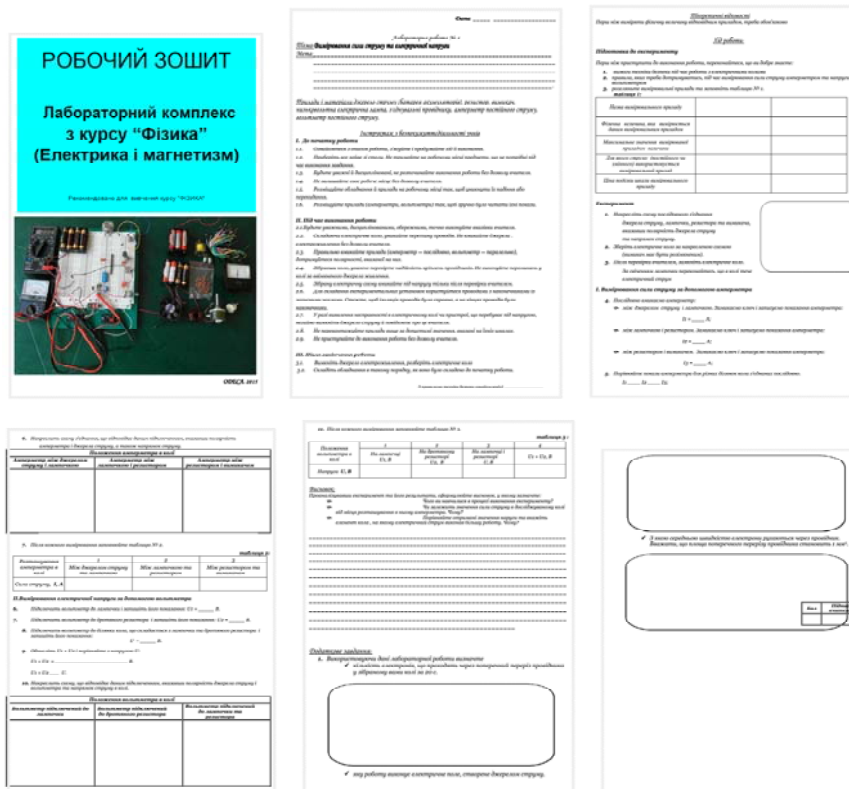


Рис.16. Прототип робочого зошита для виконання лабораторних робіт в школі

Вирішення проблем навчання обдарованих учнів 7-9-х класів пропонується шляхом: здійснення оновлення матеріально-технічної бази шкільного кабінету фізики для вивчення тем «Електродинаміка і магнетизм», використовуючи навчальний лабораторний комплекс з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів; створення нової дидактичної бази (зошит для лабораторних робіт) для оптимізації практичної частини при вивченні фізики в 7-9 класах, яка дозволяє виконувати експериментальну частину обов'язкової програми з фізики, як в класі із використанням макетної плати, так і для самостійної роботи учня вдома із використанням програми-симулятора (рис.17).

Обдаровані учні ОНВК № 49, які проявили свій талант при вивченні фізики (спочатку в рамках гуртка під час навчання в 3-6 класах, потім в рамках розробленого інноваційного лабораторного практикуму – під час навчання в 7-9 класах) зможуть розвивати свій талант, якщо в 10 класі оберуть **фізико-математичний** профіль, а потім продовжать навчання в Академії за напрямом «Радіотехніка».

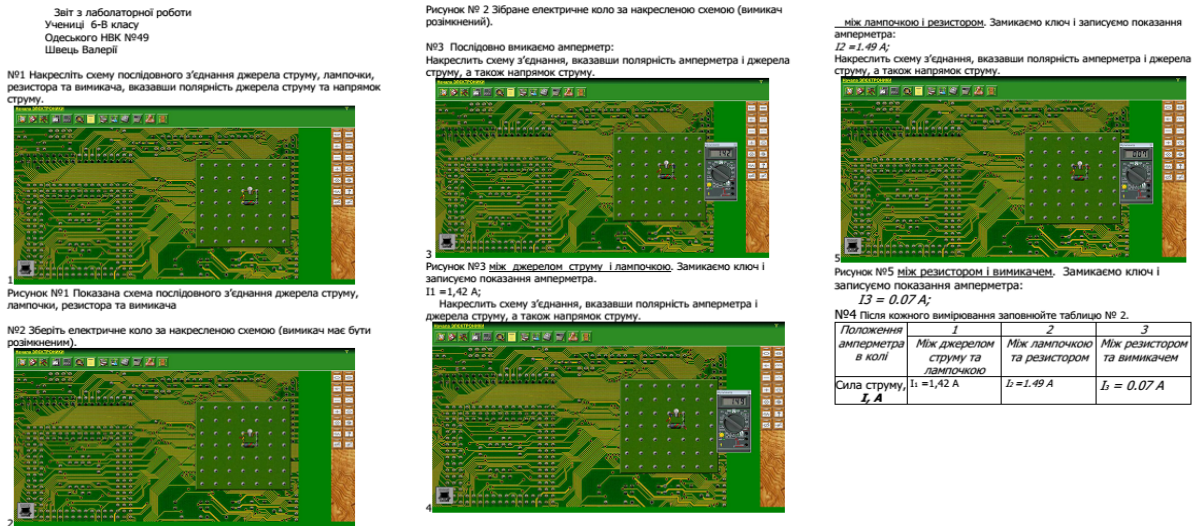


Рис. 17. Результати використання стимулятора для підготовки до лабораторних робіт

10-12 лютого 2015 року в м. Києві відбувся Всеукраїнський конкурс винахідницьких і раціоналізаторських проєктів еколого-натуралістичного напрямку.

Конкурс проводиться за підтримки Міністерства освіти і науки України з метою всебічної підтримки обдарованої молоді, сприяння модернізації змісту науково-дослідницької, експериментальної та практичної діяльності учнівської молоді, впровадження інноваційно-освітніх методів і технологій у навчальних закладах України. У цьому конкурсі у номінації «Фізика, інженерні та комп'ютерні науки» перемогу здобули одразу два учні профільних «ІТ-класів» ОНВК № 49.

І місце на конкурсі здобув – *Гордієнко Олексій* учень 10-Б класу інформаційно-технологічного профілю навчання, тема роботи «Аналогово-цифрові перетворювачі нового покоління». (рис.18)

Керівник роботи (ОНВК № 49): вчитель фізики – *Леонова Л.П.*

Науковий керівник (ОНАЗ) – *професор, д.т.н. Троцишин І.В.*



Рис.18 Результати Всеукраїнського конкурсу винахідницьких і раціоналізаторських проєктів еколого-натуралістичного напрямку

### Висновки

Продукт призначений в допомогу учням (і викладачам) середніх, а також середніх спеціальних навчальних закладів для вивчення розділів курсу фізики "Електрика і магнетизм". Він природним чином доповнює класичну схему навчання, що складається з засвоєння теоретичного матеріалу та спрямований на вироблення практичних навичок експериментування у фізичній лабораторії.

### За допомогою конструктора можна:

- вивчати залежність опору провідників від питомого опору його матеріалу;
- вивчати закони постійного струму - закон Ома для ділянки кола і закон Ома для повного кола;
- вивчати закони послідовного і паралельного з'єднання провідників, конденсаторів;
- вивчати принципи використання запобіжників в електронних схемах;
- вивчати закони виділення теплової енергії в електронагрівальних та освітлювальних приладах, принципи узгодження джерел струму з навантаженням;
- ознайомитися з принципами проведення вимірювань струму і напруги в електронних схемах за допомогою сучасних вимірювальних приладів (мультиметр);

- вивчати виділення потужності в постійного струму;
- дослідити явище резонансу в колах з послідовним і паралельним коливальним контуром;
- визначати параметри невідомої деталі;
- дослідити принципи побудови електричних фільтрів для ланцюгів змінного струму.

**Практична значимість:** запропонований лабораторний комплекс на сучасному етапі не має вітчизняних аналогів та дає змогу об'єднати теоретичні знання учнів з практичним застосуванням при вивченні відповідних розділів фізики. Методологічний супровід комплексу дозволить вчителю організувати навчальну діяльність учнів та здобути школярами вміння працювати з реальними фізичними приладами, збирати експериментальні установки, користуватись вимірювальними приладами. Дає змогу оптимізувати самостійну роботу учнів з моделювання електричних явищ, поліпшення дослідницької діяльності. Дозволить учню та вчителю вийти за межі обов'язкового програмного матеріалу. Як кінцевий результат – сприяє формуванню стійких знань з відповідних розділів фізики, формує конкурентно-спроможного випускника з технічних дисциплін.

**Практична значущість:** запропонований симуляційно-програмний комплекс на сучасному етапі не має вітчизняних аналогів та дає змогу заповнити вакуум між теоретичними знаннями та їх практичним використанням учнями при вивченні відповідних розділів фізики. Дає змогу оптимізувати самостійну роботу учнів з моделювання електричних явищ, поліпшення дослідницької діяльності. Дозволяє учню та вчителю вийти за межі обов'язкового програмного матеріалу. Як кінцевий результат – сприяє формуванню стійких знань з відповідних розділів фізики, що дозволяє формувати конкурентно-спроможного випускника з технічних дисциплін

*Конструктор можна також використовувати в рамках його можливостей і для інших задач у самостійній творчій роботі учнів. Програмний продукт являє собою електронний конструктор, що дозволяє імітувати на екрані монітора процеси збірки електричних схем, досліджувати особливості їх роботи, проводити вимірювання електричних величин так, як це робиться в реальному фізичному експерименті* Однією з головних особливостей комплексу є максимально можлива імітація реального фізичного процесу.

Програма являє собою електронний конструктор, що дозволяє імітувати на екрані монітора процеси збірки електричних схем, досліджувати особливості їх роботи, проводити вимірювання електричних величин так, як це робиться в реальному фізичному експерименті.

Симуляційно-програмна складова (СПС) є частиною навчального лабораторного комплексу з курсу «Фізика» (електрика і магнетизм) для загальноосвітніх навчальних закладів. СПС складається з трьох програм-симуляторів, методичних вказівок щодо їх використання для вчителів фізики та зошит для учнів із лабораторними роботами.

За своїми можливостями, лабораторний комплекс не поступається (в рамках вимог середньої школи) сучасним зарубіжним начальним комплексам провідних фірм, наприклад - NI ELVISTM II. Вартість комплексу при стандартному наборі не буде перевищувати 100доларів США.

## Література

1. Концепція розвитку освіти України на період 2015–2025 років, <http://www.mon.gov.ua>.
2. <http://www.ni.com>
3. <http://www.sotvorimvmeste.ru>
4. І.В. Троцишин. Новітні підходи у сучасних методах та засобах організації навчального процесу та наукових досліджень в галузі радіоелектроніки / І. В.Троцишин, М. І.Троцишин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.- 2014.- №2.- С.215-228.
5. Троцишин І.В. Сучасна методологія та технічні засоби виконання лабораторного практикуму з фізики (електрика і магнетизм) // Матеріали конференції, 69- ма научно-технічна конференція професорсько викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів, Одеса, 4-6 грудня 2014р . - 60-70 С.
6. Троцишин І.В. Новітня методологія та сучасні технічні засоби виконання шкільного лабораторного практикуму з фізики (електрика і магнетизм). / І.В. Троцишин, Н.І.Євтушенко, Л.П. Леонова, Н.М. Кузьміна // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.- 2014.- №4.- С.241-250.
7. <http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/>

## References

1. Konzeptsia rozvyvnyku osvity Ukrainy na period 2015-2015 rokiv/ <http://www.mon.gov.ua>.
2. <http://www.ni.com>.
3. <http://www.sotvorimvmeste.ru>.
4. I.V Trotsyshyn. Novitni pidkhody u suthasnykh metodakh ta zasobaknavthalnogo prozesu ta naukovykh doslidszen v galuzi radioelektroniky/ I.V. Trotsyshyn, M.I. Trotsyshyn // Vymiruvalna ta obhysluvalna tekhnika v tekhnologichnykh procesakh// .- 2014.- №2.- P.215-228.
5. I.V.Trotsyshyn. Suthasna metodologia ta tekhnithni zasoby vykonannia laboratornogo praktykumu z fizyky (elektryka I magnetyzm) / I.V.Trotsyshyn // Materialy konferencii , 69-a - naukovykh doslidszen v galuzi radioelektroniky/ I.V. Trotsyshyn, N.I. Evtushenko, L.P. Leonova, N.M.Kuzmina // Vymiruvalna ta obhysluvalna tekhnika v tekhnologichnykh procesakh // .- 2014.- №4.- P.242-250.
7. <http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/>

Рецензія/Peer review : 3.11.2015 р.

Надрукована/Printed :4.4.2016 р.