

УДК 53(07)

**Віктор Вовкотруб,
Наталія Подопригора**

МОДЕРНІЗАЦІЯ МАТЕРІАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ДО ВИВЧЕННЯ ІНТЕГРОВАНІХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИЛАДІВ І СХЕМ

Важливими напрямками удосконалення сучасного змісту освіти стають проблеми засвоєння понять як класичної, так і сучасної фізики. Навчальний фізичний експеримент є вагомою складовою процесу якісного засвоєння фізичних знань і їх застосування в структурі багатьох галузей.

За вимогами державного стандарту фізичної освіти виконання експериментальних завдань покликане сприяти оволодінню теоретичними й експериментальними методами пізнання і науковим стилем мислення. Навчання фізики за профільним рівнем покликане сприяти поглибленому засвоєнню навчального матеріалу, формуванню узагальнених практичних здобутків, компонентами яких є теоретичне обґрунтування методу дослідження і планування експерименту та розвитку вмінь і навичок використання матеріальних засобів навчальних експериментальних установок, їх окремих вузлів, пристроїв і приладів.

Кожний фізичний дослід учні розуміють лише тоді, коли вони виконують його самостійно, опанувавши конкретний образний зміст, прийоми, способи й методи експериментування, спостереження, одержання результатів. В старшій школі лабораторний практикум дидактично забезпечує процесуальну складову навчання фізики, формує експериментальні вміння і дослідницькі явища, озброює інструментарієм дослідження, стає засобом навчання.

Програмами вивчення фізики в профільній школі визначено [4], що під час організації навчального процесу належна увага повинна приділятися удосконаленню методів навчання, впровадженню проблемних, пошуково-дослідницьких, інтерактивних та інших технологій. Доробки до організації і постановки робіт практикуму до вивчення роботи вузлів і ряду окремих пристроїв електронної техніки зокрема виконані Н. Подопригорою [6]. Вагомий внесок до підвищення науковості і наочності змісту лабораторних робіт з фізики здійснений М. Прокопенко [5] через впровадження набірних полів. Традиційними залишаються варіанти лабораторних робіт до вивчення транзисторів [2], які характерні практичною спрямованістю змісту роботи на предмет дослідження підсилювальних властивостей транзистора.

Разом з тим мають створюватися умови для забезпечення диференціації експериментальних завдань відповідно з рівнями складності, відтворення творчого підходу учня до виконання завдання. Рівень

складності експериментальних завдань забезпечується через:

- самостійність виконання роботи (за допомогою вчителя, виконання за зразком, докладною або скороченою інструкцією, без інструкції, можливістю виконання роботи на індивідуальному обладнанні);
- активізацію самостійної пізнавальної діяльності (формулюванням учнем мети роботи, складання ним особистого плану роботи, обґрунтування його, визначення приладів і матеріалів, потрібних для її виконання, самостійне виконання роботи та оцінка її результатів);
- варіативність вихідних даних та індивідуальність запропонованих ідей дослідження;
- додаткові поставлені завдання і запитання [4].

Організація творчої роботи в процесі організації і виконання робіт фізичного практикуму має охоплювати постановку завдань такого характеру як:

- пропонування і забезпечення умов виконання завдання на базі іншого обладнання;
- пропонування кілька способів виконання даного завдання з одержання очікуваного результату;
- порівняння різних способів виконання, оцінка їх ефективності за одержаними результатами;
- передбачення змін у результатах за використання додаткових елементів, інших засобів і виконання вимірювань;
- дослідження залежності між величинами, елементами установок, їх характеристиками;
- дослідження залежностей за інших умов.

Профільними програмами в курсі фізики 11 класу щодо вивчення напівпровідників сформульовані такі питання: «...Напівпровідникові прилади та їх застосування. *Фізичні основи обчислювальної техніки. Інтегральні мікросхеми*». Не викликає сумніву актуальність опанування таким матеріалом – ознайомлення учнів з фізичними основами будови, дії і використання сучасних засобів, створених на основі напівпровідників, практично у всіх галузях. Разом відсутні цілеспрямовані засоби для наочного відображення змісту, наведених у підручниках, окрім ілюстрацій до моделювання операцій булевої алгебри [1, с. 106].

Програмами передбачено виконання фронтальної лабораторної роботи «Вивчення транзисторів та інтегрованих напівпровідникових приладів (схем)» та роботи фізичного практикуму «Вивчення радіоелектронних пристроїв». Враховуючи те, що попередніми варіантами програм для фізико-математичного профілю [3] в 11 класі пропонувалася робота практикуму «Складання і випробування генератора прямокутних імпульсів», а для цього необхідно знати сутність і дослідити роботу ще й транзисторних схем-вузлів і пристроїв, таких як електронного ключа та базових логічних елементів «І», «АБО» і «НІ», нами здійснені відповідні

напрацювання і результати відповідних доробок пропонуються в даній статті.

Дослідження будови й дії транзисторного ключа легко здійснити на базі набірної плати «Школяр», замінивши в схемі до роботи № 19 [5, с. 49–50] міліамперметр на механічний вимикач. Подаючи останнім на базу сигнали логічної одиниці «1» (вимикач замкнений) і логічного нуля «0» (вимикач розімкнений), досліджують відповідні значення струмів і напруг на виході ключа, роблять висновки про керування струмами в колах так званими електронними ключами.

Постановка лабораторної роботи до вивчення базових логічних елементів і операцій булевої алгебри здійснюється на базі комплексу окремих модулів для дослідження роботи базових логічних елементів і виконання операцій логічного заперечення «НІ», логічного додавання «АБО» і логічного множення «І». Пояснюють, що їхні схеми вибудовані на базі електронних ключів та їх комбінацій – послідовного чи паралельного з'єднання, аналогічно до встановлених на водопровідній трубі вентилів [1, с. 106–107]. Такі модулі виконані на базі мікросхем серії К155: 155ЛН1 – чотири елементи «НІ»; 155ЛИ1 – чотири елементи «І»; 155ЛЛ1 – чотири елементи «АБО». Структурні схеми і загальний вигляд модулів зображені на рис. 1.

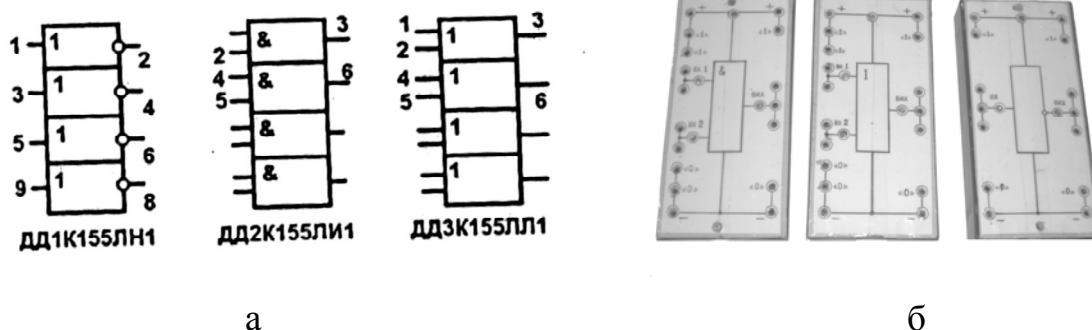


Рис. 1. Базові логічні елементи:
а – структурні схеми модулів; б – загальний вигляд модулів

На робочих панелях модулів розташовані: гнізда входів і виходів логічних елементів; гнізда з підведеними сигналами рівнів логічних одиниць і логічних нулів; світлові індикатори для контролю за рівнем сигналів; гніздо для підключення джерела електроживлення.

Порядок виконання роботи.

1. Познайомтесь з теоретичними відомостями та приладами, що використовуються в даній роботі.

2. Розгляньте модулі з мікросхемами К155ЛИ1, К155ЛЛ1, і К155ЛН1 (рис. 2). Знайдіть входні та вихідні виводи логічних елементів.

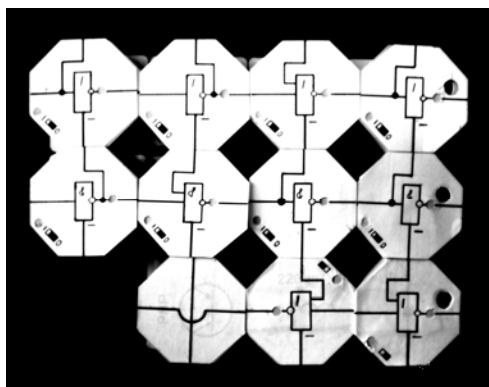


Рис. 2. Модулі логічних елементів

3. Приєднайте модуль з елементом «НЕ» до джерела живлення і, подаючи різні логічні рівні до входу, спостерігайте за станом виходу за свіченням світлодіоду. Результати спостережень занесіть до таблиці 1.

Таблиця 1

Логічна операція	Вхідні сигнали		Вихідний сигнал y
	X_1	X_2	

4. Виконайте такі самі дослідження з елементами «І», «АБО» та «І-НІ». Результати досліджень занесіть до таблиці.

Додаткові завдання.

5. Складіть схеми комбінаційних логічних елементів «І-НІ», «АБО-НІ», «І-АБО-НЕ». Складіть для них таблиці істинності.

6. Складіть схеми тривходових елементів «І» та «АБО» за допомогою двох логічних елементів «І» та «АБО». Перевірте їх роботу.

Схеми електронних вузлів і пристроїв, таких як тригер і генератор прямокутних імпульсів, збираються на базі схем розглянутих логічних елементів, варто надати перевагу використанню набірних полів «Школяр». Розробниками здійснено відповідні доробки набірних полів для постановки робіт з радіоелектроніки. Проте відповідні модулі логічних елементів потребують підключення зовнішніх джерел живлення. Зібрані таким чином установки (схеми) на робочому полі важко читаються через нагромадження провідників, які пролягають над модулями і таким чином не адаптовані до умов організації і постановки робіт шкільного фізичного практикуму.

Враховуючи сучасні тенденції до організації лабораторних занять і занять фізичного практикуму в плані матеріального забезпечення, нами виготовлені варіанти модулів логічних елементів з автономними джерелами живлення – від трьох мініпальчикових батарейок (ААА), закладених у касети. Останні розташовують всередині модуля і

підключають через повзунковий мікрвимикач до розташованої там же схеми логічного елемента, зібраного на відповідній мікросхемі. Повзунок вимикача виведений на поверхню модуля. Для контролю за його положенням (ввімкнуто-розімкнуто) доцільно поряд розташувати і світлодіод, який засвічується в положенні вимикача «замкнуто».

Разом з тим розміри корпусів традиційних модулів набірного поля дозволяють розташувати як на лінії входів, так і на лініях виходів з логічних елементів світлодіоди для візуальної оцінки за інформацією, яка вводиться і виводиться з елемента. Врешті доцільно використати корпуси модулів з гніздами, до яких подається інформація з виходу логічного елемента. Через нього інформацію подають до іншого вузла чи пристрою, а також до вимірювальних приладів. Зображення варіантів таких модулів, а також модуля з перехресними провідниками наведені на рис. 2.

Наводимо інструкції до варіантів робіт щодо складання і дослідження роботи електронних схем і електронних пристроїв.

Дослідження роботи RS-тригера.

Мета роботи: Ознайомитися з будовою і принципом роботи RS-тригера, заповнити таблицю істинності.

Обладнання: 1. Набірне поле з модулями логічних елементів.

Теоретичні відомості

Тригер – це електронний пристрій з двома стійкими станами, призначений для запису і збереження інформації. Також він може бути використаний як безконтактне електронне реле.

Структурно тригер можна розглядати як поєднання елемента пам'яті і керуючої схеми. Елемент пам'яті – це чотириполюсник з двома інформаційними входами S (*set* – встановлення) і R (*reset* – скидання) та двома виходами Q і \bar{Q} (прямим та інверсним), сигнали на яких мають завжди протилежні значення. Основному (початковому) стану тригера відповідає наявність «0» на виході Q . Розглянутий елемент пам'яті називають асинхронним RS-тригером. Стан асинхронного тригера визначається в кожний момент часу станами входів, тобто зміна сигналів на вході відразу передається на вихід тригера.

Асинхронний RS-тригер з прямими входами складається з двох двовходових логічних елементів АБО-НЕ, з'єднаних так, що один із входів кожного з них сполучений з виходом другого елемента. Це забезпечує зворотний зв'язок у схемі.

Залежно від того, на базі яких логічних елементів побудовано асинхронний тригер, вони бувають з прямими входами R і S та інверсними \bar{R} і \bar{S} . Асинхронний RS-тригер з інверсними входами створений з двох двовходових логічних елементів АБО-НІ. В ньому встановлення в початковий стан здійснюється через прикладання високого рівня «1» на вхід \bar{S} і низького рівня «0» на вхід \bar{R} . Заборонений стан виникає при подачі одночасно сигналів низького логічного рівня на інверсні входи.

Його структурна схема, таблиця переходів загальний вигляд схеми, зібраної на набірному полі наведені на рис. 3.

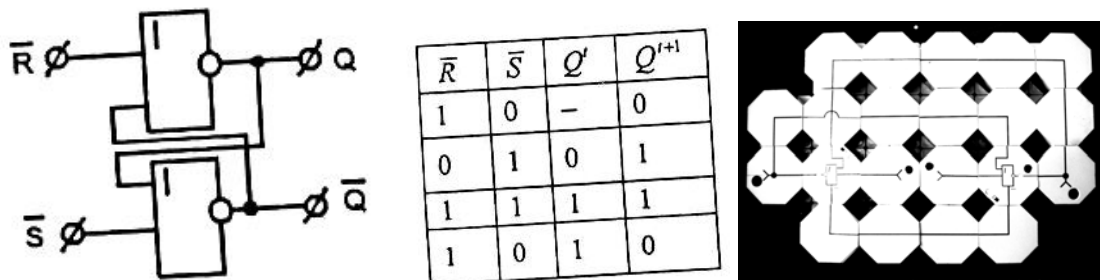


Рис. 3. Структурна схема, таблиця переходів і загальний вигляд установки RS-тригера, зібраної на набірному полі.

В процесі виконання роботи практикуму виконують складання тригера з модулів логічних елементів на базі набірного поля.

Хід роботи

1. Нарисуйте схему для перевірки таблиці переходів RS-тригера з прямими входами.
2. Зберіть установку на набірному полі.
3. Виконайте подачу сигналів відповідних рівнів до входу тригера з допомогою провідників, ввімкнених в гнізда «мінус».
4. Відслідкуйте результати функціонування тригера за всіх дозволених режимів, результати занесіть до таблиці істинності.

Складання і дослідження роботи генератора прямокутних імпульсів (мультивібратора)

Мета: Ознайомитись з будовою і вивчити принцип роботи мультивібратора, зібраного на базі логічних елементів.

Обладнання: 1. Модуль з логічних елементів 2І-НІ, зібраний на базі мікросхеми К155ЛА3. 2. Магазин конденсаторів лабораторний. 3. Змінний резистор на панелі. 4. Частотомір (мультиметр ХВ 868). 5. Джерело живлення на 5 В. 6. З'єднувальні провідники і шнури.

Короткі теоретичні відомості

Обов'язковим елементом пристроїв вводу інформації на ряду інших засобів є генератори електричних імпульсів. Такі генератори легко збираються на основі логічних елементів мікросхем. Досить широко використовується мікросхема К155ЛА3, яку складають 4 логічних елементи «І-НІ». Кожний логічний елемент «І» має два входи і один вихід. До входів прикладають напругу двох рівнів: високого, що відповідає логічній одиниці, і низького, що відповідає логічному нулеві. На вихід елемента проходить високий рівень за умови, коли до обох входів одночасно прикладений високий рівень. В кожному елементі «І-НІ» на виході інформація змінюється на протилежну.

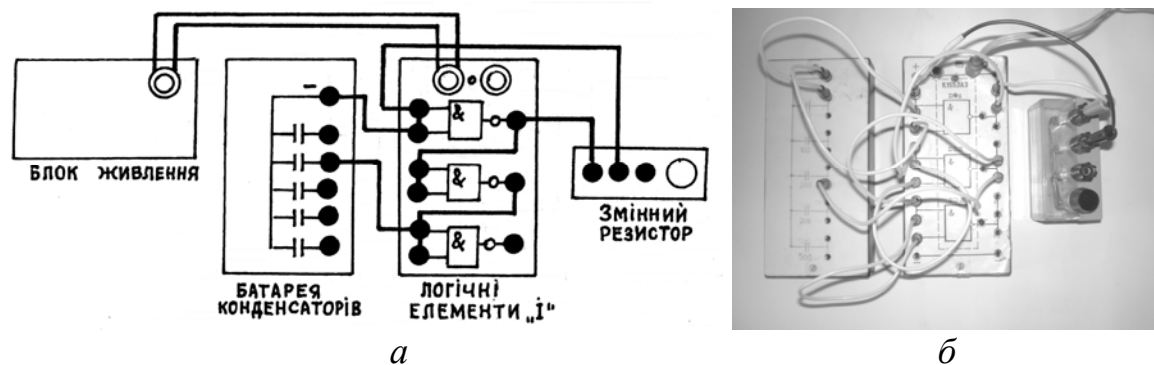


Рис. 4. Структурна схема (а) і загальний вигляд (б) установки для вивчення генератора прямокутних імпульсів.

Сполучивши певним чином логічні елементи між собою через конденсатор і резистор, одержують пристосування, яке при наявності електроживлення генерує електричні імпульси (Рис. 4). Їх частота і тривалість (скважність) визначаються номіналами резистора і конденсатора.

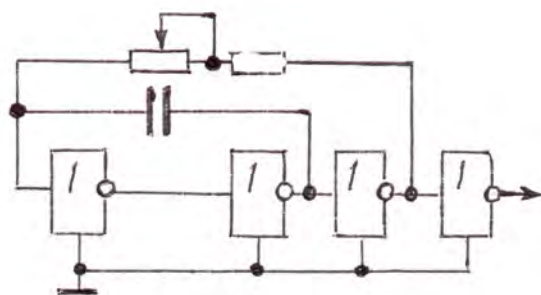
Збирання генератора на базі набірного поля значно розширює можливості варіювати схемами, а отже і параметрами зібраних генераторів, в плані забезпечення вимог до постановки робіт практикумів у профільній школі. На рисунках 5–8 наведені структурні схеми і відповідні вигляди зібраних установок на базі набірного поля школяр з використанням наведених вище на рис. 2 модулів логічних елементів.

Порядок виконання роботи

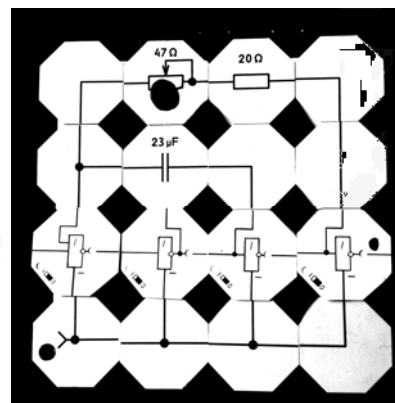
1. Зберіть модель мультівібратора за структурною схемою (рис. 4).
2. Ввімкніть живлення, за спалахами світлодіода на виході останнього логічного елемента переконайтесь в його функціонуванні.
3. Приєднайте до виходу електронний частотомір.
4. Змінюючи електроємність і опір резистора, досягніть частоти спалахів близької 1, 10, 100 Гц, відмітьте відповідні значення ввімкнутих ємностей.
5. Замалуйте до звіту структурну схему генератора імпульсів.
6. Зробіть висновок про залежність частоти слідування імпульсів від величини опору резистора і електроємності ввімкненого конденсатора. Вкажіть, за якого значення ємності частота спалахів становить біля 1 Гц; 2 Гц. В яких технічних засобах чи приладах такий пристрій можна використовувати?

Додаткові завдання

7. Зберіть модель генератора прямокутних імпульсів за схемою, наведеною на рис. 5 (6, 7, 8).
8. Дослідіть роботу зібраного генератора на предмет регулювання його частоти і скважності, зробіть висновки.

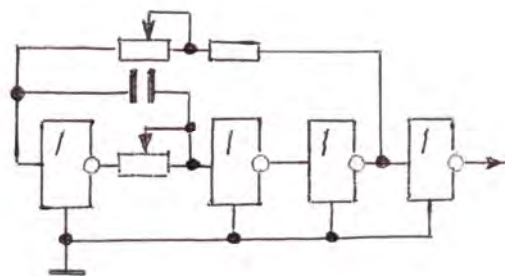


а

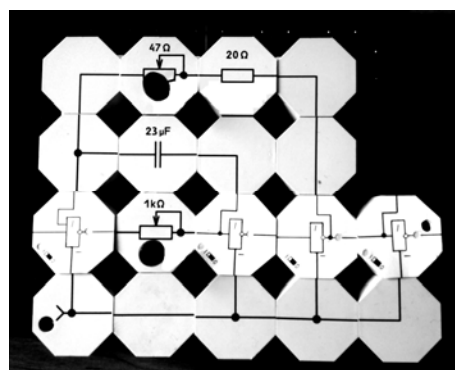


б

Рис. 5. Структурна схема (а) і загальний вигляд (б) установки генератора прямокутних імпульсів з регулюванням частоти.

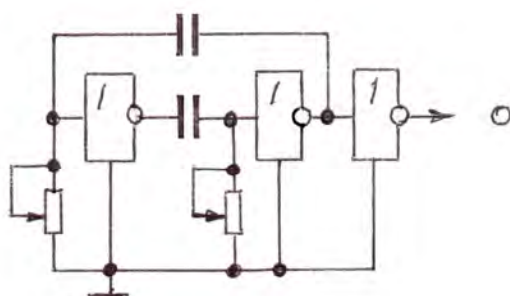


а

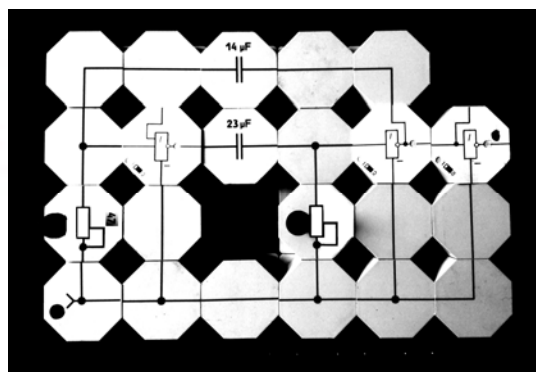


б

Рис. 6. Структурна схема (а) і загальний вигляд (б) установки генератора прямокутних імпульсів з регулюванням частоти і скважності.



а



б

Рис. 7. Структурна схема (а) і загальний вигляд (б) установки генератора прямокутних імпульсів, зібраного за схемою мультивібратора

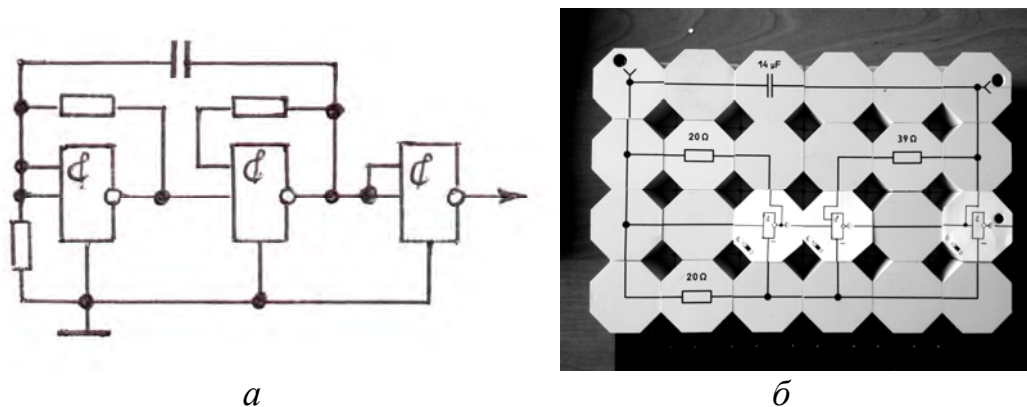


Рис. 8. Структурна схема (а) і загальний вигляд (б) установки генератора прямокутних імпульсів стабільної частоти.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні параметри та характеристики логічних елементів, які використовуються в даній лабораторній роботі.
2. До складу яких приладів і пристосувань входять генератори електричних імпульсів? Яка їхня роль в пристроях?
3. Від чого залежить частота коливань і скважність електричних імпульсів, які генеруються генератором?

Створення умов для виконання експериментальних завдань учнями з фізики потребує добору і розробки фронтальних лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму, які охоплюють визначені навчальними програмами завдання і вимоги програм профільного рівня. Створення умов для організації і постановки різномірівневих завдань потребує наявності відповідного матеріального забезпечення, яке б задовольняло вирішення завдань: вибір виконання завдання лабораторної роботи з різним обладнанням; вибір і виконання завдань лабораторної роботи іншими способами; оцінка якості і ефективності використання того чи іншого обладнання; дослідження залежності між фізичними величинами; визначення інших умов для виконання завдання. Вирішення проблеми потребує доробок в плані створення саморобного обладнання. При цьому варто враховувати новітні підходи до створення навчального обладнання, зокрема, впровадження й розширення функцій і можливостей навчальних комплектів, лабораторних набірних полів, полігонів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень : підручник [для загальноосвіт. навч. закл.] / В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна. – Х. : Видавництво «Ранок», 2011. – 320 с.
2. Практикум з фізики в середній школі: Дидакт. матеріал : посібник для вчителя / [Л. І. Анциферов, В. О. Буров, Ю. І. Дік та ін. ; за ред.

- В. О. Бутова, Ю. І. Діка.]. – К. : Рад. шк., 1990. – 176 с.
3. Міністерство освіти і науки (офіційний веб-сайт) [Електронний ресурс] / «Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 10–11 класи. Профільний рівень» // Міністерство освіти і науки України; Наказ від 28.10.2010 № 1021. – Режим доступу : <http://www.mon.gov.ua/ru/about-ministry/normative/379->.
 4. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 10–11 класи. – К. : Педагогічна преса, 2004. – 144 с.
 5. Прокопенко М. М. Опис лабораторних занять з набірним полем «Школяр» / М. М. Прокопенко. – К., 2005. – 76 с.
 6. Подопригора Н. В. Психолого-педагогічні аспекти впровадження нових технологій до навчального фізичного експерименту / Н. В. Подопригора // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. – 2004. – Вип. 10. – С. 155–158.