

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Глухівський національний педагогічний університет**  
**імені Олександра Довженка**

**Кафедра фізико-математичної освіти та інформатики**

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**Удосконалення навчального фізичного експерименту засобами  
мікроконтролерів**

**Виконав:**

Артеменко Олексій Миколайович  
Студент 62М-Ф групи  
спеціальності 014 Середня освіта  
спеціалізації 014.04 Середня освіта  
(Фізика)

**Науковий керівник:**

кандидат педагогічних наук,  
доцент Кухарчук Р.П.

Допущено до захисту

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

Дата захисту « \_\_\_\_ »

\_\_\_\_\_ 2023 р.

Оцінка \_\_\_\_\_

Підписи членів ЕК:

Глухів 2023 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
РОЗДІЛ 1. НАВЧАЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА ЙОГО РОЛЬ У ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	5
1.1. Аналіз навчальних програм.....	5
1.2. Навчальний фізичний експеримент та його класифікація.....	8
1.3. Система шкільного експерименту з фізики .....	10
1.4. Вимоги до навчального фізичного експерименту .....	18
1.5. Взаємовідносини методики й техніки фізичного експерименту .....	20
1.6. Роль експерименту в процесі навчання фізики в школі.....	23
1.7. Техніка безпеки при проведенні навчального фізичного експерименту .....	26
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ І ПРИЙОМИ УДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ЗАСОБАМИ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ.....	31
2.1. Історія розвитку мікроелектроніки .....	31
2.2. Електронні засоби, що використовуються у традиційній методиці й техніці навчального фізичного експерименту .....	38
2.3. Сучасні засоби мікроелектроніки у навчальному фізичному експерименті....	40
2.4. Система лабораторних робіт з фізики із використанням сучасних засобів мікроелектроніки (на прикладі осцилографа) .....	43
2.5. Досліди з осцилографом для підвищення зацікавленості учнів.....	67
2.6. Висновки після проведеної роботи з осцилографом.....	69
2.7. Методичні рекомендації для вчителів щодо застосування сучасних засобів мікроелектроніки .....	71
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Електронно-обчислювальна техніка є невіддільною частиною сучасного суспільства, вона може бути цінним інструментом, що дозволяє вдосконалити сучасні засоби навчання, і навіть реалізувати цілком нові. З її допомогою можна поліпшити навчання всіх дітей, в більшості шкільних предметів при різноманітних формах навчання.

Сучасний рівень розвитку науки й техніки вимагає від учнів глибоких знань фізичних законів і явищ, уміння їх застосовувати на практиці. Навчальний фізичний експеримент є одним з найефективніших методів навчання, який дозволяє учням наочно спостерігати за фізичними процесами і явищами, а також проводити власні дослідження.

Мікроелектроніка відкриває нові можливості для удосконалення навчального фізичного експерименту. За допомогою мікроелектроніки можна створювати нові експериментальні установки, які дозволяють проводити більш точні та детальні дослідження, а також автоматизувати проведення експериментів.

Використання мікроконтролерів у навчальному фізичному експерименті сприяє розвитку умінь і навичок учнів з програмування, роботи з електронними пристроями та комп'ютером. Це є важливою підготовкою до їх подальшої професійної діяльності.

Використання мікроконтролерів в навчальному фізичному експерименті є перспективним напрямком розвитку освіти. Воно дозволяє зробити навчання фізики цікавішим і ефективнішим.

**Об'єктом дослідження** є навчальний фізичний експеримент.

**Предметом дослідження** є застосування сучасної електроніки у методиці й техніці навчального фізичного експерименту.

**Мета дослідження** полягає в удосконаленні методики й техніки шкільного фізичного експерименту засобами сучасної мікроелектроніки, зокрема мікроконтролерами.

**Завдання дослідження:**

1) Проаналізувати наукові та навчально-методичні джерела з обраної

теми дослідження;

- 2) Проаналізувати шкільні навчальні програми та підручники з фізики;
- 3) Проаналізувати навчальні засоби, якими проводиться фізичний експеримент на уроках фізики в школі;
- 4) Запропонувати альтернативу класичним засобам навчання, які використовуються під час проведення навчального фізичного експерименту;
- 5) Розробити лабораторну роботу, в якій використовуються засоби мікроелектроніки;
- 6) Зробити висновки про ефективність використання сучасних засобів мікроелектроніки, зокрема мікроконтролерів.

Практичне значення магістерської роботи полягає у розробці системи лабораторних робіт з фізики із використанням сучасних засобів мікроелектроніки для вдосконалення навчального фізичного експерименту.

Структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, двох розділів, висновків та списку літератури. Загальний обсяг роботи 81 сторінок, з них основної частини 73 сторінок.

## **РОЗДІЛ 1. НАВЧАЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА ЙОГО РОЛЬ У ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

### **1.1. Аналіз навчальних програм**

Вивчення фізики в школі починається з 7-го класу, а в старших класах навчання є профільним. Тому вимоги до засвоєння матеріалу фізичної освіти реалізується завдяки навчальним програмам різних рівнів.

Програми двох рівнів «стандарт» і «профільний» вони відрізняються між собою обсягом, глибиною вивчення теоретичного матеріалу, кількістю занять, що відведено для розв'язування задач, виконанню експериментальних робіт, зокрема лабораторних експериментів, демонстрацій та інших робіт дослідницького характеру.

Вивчення фізики за спрощеною програмою рівень «стандарт» дозволяє знати предмет на такому рівні, щоб був сформований сучасний світогляд і скласти іспит у формі зовнішнього незалежного оцінювання, для продовження навчання у вищому навчальному закладі.

Другий рівень «профільний». На цьому рівні теоретичний матеріал вивчають більш поглиблено, матеріал який вивчено раніше повторюється та розширюється, поглиблюючи знання. Використовуються міжпредметні зв'язки. Наприклад знання з математики, допомагають змістовніше аналізувати експериментальні роботи за допомогою використання математичного апарату, це стосується і розв'язування фізичних задач підвищеної складності.

Є декілька варіантів програми з фізики, фізики та астрономії для старших класів середньої школи. Вони затверджені Міністерством освіти і науки України наказом № 1539 від 24.11.2017 року:

- 1) «Фізика» Навчальна програма для 7-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів Ляшенко О. І.
- 2) «Фізика» Навчальна програма для 8-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів із поглибленим вивченням фізики / Ляшенко О. І.
- 3) «Фізика і астрономія» Навчальні програми для 10-11 класів закладів

загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень). Авторський колектив під керівництвом Ляшенка О. І. [28].

4) «Фізика» Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів 10-11 класів (рівень стандарту, профільний рівень). Авторський колектив під керівництвом Локтєва В. М. [29].

В 11 класі другий розділ, який вивчають має назву «Електромагнітні коливання і хвилі» Рекомендованою демонстрацією на уроці є «Демонстрація осцилограми змінного струму» Другий розділ навчальної програми для загальноосвітніх навчальних закладів 10-11 класів (рівень стандарту, профільний рівень). Авторський колектив під керівництвом Локтєва В. М [29] (Таблиця 1.1)

Частина навчальної програми Таблиця 1.1.

Розділ 2. Електромагнітні коливання та хвилі	
<i>Знаннєвий компонент</i>	Коливальний контур. Виникнення вільних електромагнітних коливань. Гармонічні електромагнітні коливання. Формула Томсона. Перетворення енергії під час вільних електромагнітних коливань. Змінний струм як вимушені електромагнітні коливання. Конденсатор і котушка в колі змінного струму. Активний, ємнісний та індуктивний опори. Робота й потужність змінного струму. Діючі значення напруги та сили струму.
Оперує основними поняттями та термінами: коливальний контур, вільні та вимушені електромагнітні коливання, формула Томсона, діючі значення напруги та сили струму; активний, ємнісний, індуктивний опори; Робота та потужність змінного струму, трансформатор, модуляція, принципи радіотелефонного зв'язку.	
<i>Діяльнісний компонент</i>	Трансформатор. Виробництво, передача та використання енергії змінного струму. Електромагнітні хвилі, їх утворення та поширення.
Розв'язує задачі на застосування формули Томсона, діючих значень сили струму та напруги, коефіцієнта трансформації. Пояснює утворення електромагнітних хвиль і принципи	

<p>радіотелефонного зв'язку.</p> <p><i>Ціннісний компонент</i></p> <p>Виявляє ставлення та пояснює застосування вільних електромагнітних коливань, змінного струму та радіохвиль у сучасній техніці; оцінює проблеми сучасної енергетики, зокрема пов'язані з передаванням електроенергії на великі відстані.</p>	<p>Висновки з теорії Максвелла, досліди Герца. Швидкість поширення електромагнітних хвиль. Принципи радіотелефонного зв'язку.</p> <p>Радіомовлення та телебачення.</p> <p><i>Рекомендовані демонстрації</i></p> <p>1 Вільні електромагнітні коливання низької частоти в коливальному контурі.</p> <p>2 Принцип дії генератора змінного струму.</p> <p>3 Осцилограма змінного струму.</p> <p>4 Випромінювання та приймання електромагнітних хвиль, їх властивості.</p>
---	---

У процесі вивчення фізики джерелом знань та методом дослідження являється експеримент. Шкільний навчальний експеримент являє собою відображення наукового методу вивчення фізичних явищ, тому йому мають бути властиві основні елементи фізичного експерименту, за яким учні зможуть отримати уявлення про науковий експериментальний метод [14]. Демонстраційний дослід це дуже важлива частина шкільного фізичного експерименту, при проведенні якого вчитель керує ходом думок учнів щодо явищ які демонструються. В навчальній програмі профільного рівня запропоновані такі демонстраційні роботи [28]:

- 1 Вільні електромагнітні коливання низької частоти в коливальному контурі.
- 2 Принцип дії індукційного генератора змінного струму.
- 3 Осцилограма змінного струму.
- 4 Резонанс у колі змінного струму.
- 5 Випромінювання та приймання електромагнітних хвиль, їх властивості.

Рекомендовані Міністерством освіти і науки підручники для 11 класу стандартного рівня підручники авторів: Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф.

Я., Кірюхіна О. О.[1], Головка С. В., Крячко І.П., Мельник Ю. С. [8], Засекіна Т. М., Засекін Д. О. [9], Сиротюк В. Д., Мірошніченко Ю. Б.[26].

Шкільний підручник авторів Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О. було складено за навчальною програмою під керівництвом Локтева В. М. і називається «Фізика». В ньому є розділи «Електромагнітні коливання і хвилі». Підручники інших авторів «Фізика і астрономія» складено відповідно навчальної програми за авторством колективу під керівництвом Ляшенка О. І. Вони містять один розділ під назвою «Коливання і хвилі», який охоплює електромагнітні коливання різної природи. Зміст цих підручників відповідає навчальним програмам з фізики, рекомендованим Міністерством Освіти і Науки України.

Для класів, які вивчають предмет на поглибленому рівні, рекомендуються підручник «Фізика та Астрономія» [9] авторів Засекіна Т. М., Засекін Д. О., який відповідає навчальним програмам з фізики, рекомендованим Міністерством Освіти і Науки України.

## **1.2. Навчальний фізичний експеримент та його класифікація**

Домовимося розуміти під терміном «шкільний фізичний експеримент» усю ту суму робіт експериментального характеру з фізики, які доводиться робити викладачеві та учням як при проходженні обов'язкового курсу, так і при заняттях позакласного типу. Шкільний фізичний експеримент може бути поділений на три основні й різні між собою види:

1. Демонстраційні експерименти, або демонстраційні досліди.
2. Лабораторні досліди, або заняття.
3. Позакласні заняття з учнями підготовка демонстраційного експерименту для проведення його вчителем у класі.

Усі ці види занять слугують єдиній меті вивчення законів фізики та їхньому застосуванню у побуті та в техніці, а також проявів цих законів у природі. У результаті такого вивчення, крім загальноосвітнього значення, певною мірою



досягається розвиток мислення учнів, і, крім того, вони отримують низку найважливіших навичок політехнічного характеру.

Перераховані види шкільного експерименту вельми різко різняться між собою за своїм характером і мають, крім загальної, ще й свої спеціальні цілі.

Демонстраційний експеримент має своєю безпосередньою метою відтворення того чи іншого фізичного явища, а також ознайомлення учнів зі способами й методами демонстрації.

Характерно, що під час демонстрацій, що проводяться на уроках викладачем, учні є тільки спостерігачами, отже вони залишаються пасивними, у тому сенсі, що вони не беруть участі ні в підготовці досліду, ні тим більше в його проведенні. Сприйняття учнями явища під час демонстрацій відбувається головним чином за посередництвом тільки одного з почуттів, а саме – зору, і набагато рідше слуху (акустика);

Всі ж інші відчуття (м'язове відчуття, дотик, відчуття теплоти) не беруть участі в цьому сприйнятті, хоча в деяких випадках саме ці відчуття і мають вирішальне значення при формуванні понять. Природно, що учні під час спостереження демонстрацій жодних навичок не отримують. Таким чином, демонстраційний експеримент, будучи одним із дієвих засобів навчання фізики, не може один вирішити всіх завдань, що стоять перед її вивченням.

Під час лабораторних занять учні є безпосередніми, або активними, учасниками в усьому процесі експерименту від початку до кінця, тобто своїми власними руками до певної міри готують дослід або вимірювання і самостійно відтворюють їх. Сприйняття при лабораторних роботах ґрунтуються на більшій і більш різнобічній кількості "чуттєвих" вражень і виявляються глибшими та повнішими порівняно зі сприйняттями при спостереженні демонстраційного експерименту. Тому, як це безумовно доведено шкільною практикою, при формуванні деяких, особливо складних, понять лабораторні роботи відіграють вирішальну роль. Крім того, у результаті лабораторних робіт учні отримують розвиток не тільки свого "розуму", а й своїх "рук", набуваючи навичок щодо застосування приладів для відтворення фізичних явищ і для вимірювання фізичних

величин. Однак через низку причин, зокрема з метою економії часу, під час лабораторних занять учні використовують заздалегідь підготовлені вчителем прилади та проводять роботи за певним заданим планом. Таким чином, під час лабораторних занять звичайного типу можливості для прояву, а тим паче розвитку ініціативи та конструктивних здібностей учнів вкрай обмежені.

На відміну від лабораторних занять класного типу роботи з експерименту в гуртках, чи то конструювання та виготовлення приладів, чи то підготовка дослідів для демонстрації в класі, чи то технічне моделювання, не лише озброюють учнів відповідними знаннями й технічними навичками, а й головне, задовольняють особливій меті, а саме, широкому виявленню й розвитку ініціативи та конструктивних здібностей. Всі ці три види занять вимагають різної методики й техніки для свого проведення.

### **1.3. Система шкільного експерименту з фізики**

Демонстраційні досліди до різних тем шкільного курсу фізики, виконувані вчителем.

- Фронтальні лабораторні роботи й фронтальні досліди.
- Роботи фізичного практикуму.
- Експериментальні задачі.
- Позакласні (домашні) досліди.
- Віртуальні лабораторні роботи й модельні дослідження з використанням комп'ютерних програмних педагогічних засобів (ППЗ).

Шкільний фізичний експеримент можна класифікувати за різними ознаками: за дидактичною метою, за рівнем відповідності науковому експерименту, за ступенем складності, за характером навчальної діяльності учнів і т.д. Структура навчального фізичного експерименту, відображаючи в цілому структуру наукового експерименту, включає ще один елемент – вчителя, який прямо чи опосередковано керує навчальною діяльністю учнів, виступає в ролі кваліфікованого керівника

навчального фізичного експерименту. Він може виступати в ролі дослідника й безпосередньо впливати на засоби дослідження, або керувати діяльністю учнів, які самі, використовуючи засоби дослідження, проводять експеримент.

За цими ознаками навчальний експеримент поділяють на два види: демонстраційний і лабораторний.

Усі ці види шкільного фізичного експерименту підпорядковані загальній меті навчання й виховання, що реалізовується в процесі навчання фізики в середній школі. Разом із тим, крім цієї загальної мети, кожен вид навчального експерименту має вузьке цільове призначення, яке в основному визначається дидактичними завданнями вивчення тієї чи іншої теми, конкретного уроку та особливостями методики й техніки проведення експерименту.

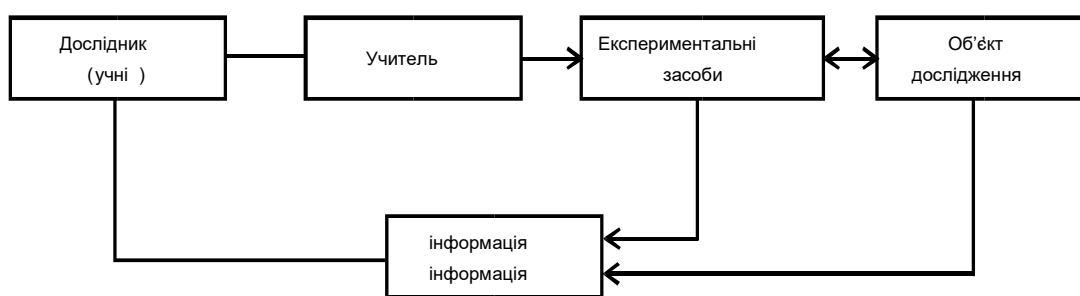


Рис. 1.1. Структура демонстраційного експерименту.

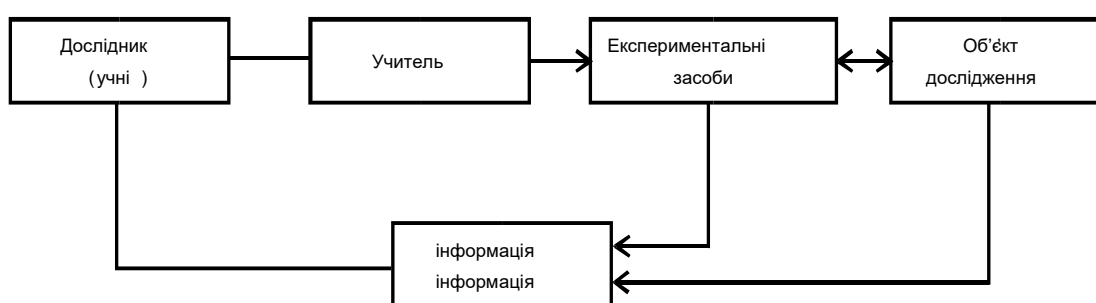


Рис. 1.2. Структура лабораторного експерименту.

Ознайомлення учнів із сучасними методами досліджень, що їх застосовують у фізиці (осцилографічного, стробоскопічного, спектрального).

Показу практичного застосування фізичних законів і явищ в інших науках і техніці. Демонстрація таких дослідів є необхідною не лише для ілюстрації зв'язків

фізики з технікою, а й для підготовки учнів до життя в умовах сучасного технізованого суспільства. Ознайомлення з об'єктами техніко-технологічного характеру сприяє формуванню мотивації вивчення фізики, дозволяє поглибити та систематизувати знання учнів про раніше вивчені фізичні явища. Розкриття принципів, технологічних процесів.

Створення проблемних ситуацій та перевірки гіпотез у ході розв'язування дослідницьких і конструкторських задач.

Формування практичних умінь і навичок у поводженні з фізичною апаратурою (визначення ціни поділки вимірювального приладу й зняття його показів тощо).

Демонстрування дослідів завжди пов'язане з відповідними поясненнями вчителя. У зв'язку з цим важливого значення набуває доцільне поєднання демонстраційного експерименту з вербальними методами навчання: поясненням, розповіддю, бесідою евристичного характеру.

При проведенні дослідів потрібно складати прості демонстраційні установки, використовуючи поширені в школах прилади й деталі. Відомо, що для проведення одного й того самого досліду можна зібрати декілька різних варіантів установки.

При виборі вигляду експериментальної установки треба дотримуватися таких принципів: наявність у школі приладів і установок, їх вартість та можливість придбання;

простота й зручність приладів у налагодженні та застосуванні;

ефективність, час, необхідний для підготовки та проведення досліду;

безпеку дослідів для учителя й учнів.

Плануючи урок вчитель повинен попередньо провести кожний дослід, впевнитись, що обрав найефективніші умови та методи для його проведення.

Також, учитель повинен переконатися в тому, що учням буде добре видно експериментальну установку, прилади, що в ній використовуються, та що потрібно зробити для усунення помічених недоліків.

В наш час існує велика кількість різноманітних приладів і установок, які

виробляє промисловість. Частина цих приладів є універсальними які можуть використовуватися для постановки більшості дослідів шкільного курсу фізики: вимірювальні прилади, різноманітні датчики фізичних величин, помпи, джерела живлення, та багато іншого.

Однак є прилади, які призначаються лише для одного досліду. Прикладом може бути трубка для демонстрування газового розряду при зниженні тиску в ній.

Поміж основних чинників, які забезпечують ефективність постановки й проведення демонстрацій виділяють:

### ***Постановка мети.***

Мета кожного досліду повинна бути зрозумілою для кожного учня. Демонстрація кожного досліду повинна зацікавити та викликати інтерес у школярів та спонукати їх до активної розумової діяльності. Цьому особливо сприяє проведення проблемних експериментів. Пояснення явищ, які спостерігаються під час проблемного досліду, пробуджує творче мислення учнів, оскільки, опинившись у складній ситуації, вони самостійно й активно шукають відповіді на запитання, що виникають. Наприклад, включення в ланцюг лампочки замість дротяного резистора або реостата для перевірки закону Ома може призвести до проблем, вирішення яких полягає у виявленні залежності електричного опору металевих провідників.

Темп експериментального показу повинен відповідати темпу усного викладу змісту та темпу сприймання учнями. Якщо експеримент просувається швидше, ніж учні думають, слід повторити експеримент, бажано в повільнішому темпі. Слід мати на увазі, що невинувато тривала демонстрація досліду знизить інтерес до спостережуваних явищ, призведе до втрати часу, порушить відповідність між темпом викладу та темпом сприйняття. Краще коли демонстраційна установка збирається безпосередньо перед учнями. Це полегшує розуміння та розпізнавання експерименту.

Лише в разі крайньої потреби, наприклад, під час складання схеми чи системи, яка потребує тривалого налаштування, можна продемонструвати частини пристрою чи всю систему у попередньо зібраному стані.

Під час демонстрації складного або заплутаного демонстраційного процесу

рекомендується провести серію експериментів, які по-різному демонструють одне й те саме. Однак треба уникати забагато схожих демонстрацій на уроках. Бо це призводить до зайвої втрати часу, послаблює уважність і діловий настрій учня, перетворює урок на розважальний захід.

Усі демонстраційні експерименти повинні бути відображені у фізичному просторі на демонстраційному столі.

Прилади розміщують на столі так, щоб учні добре бачили експеримент і добре бачили прилади. Під час демонстрації дослідів вчителям пропонується стояти біля або за обладнанням. Таким чином дії вчителя будуть добре помітні учням у класі.

### ***Використання підставки.***

Багато експериментів вимагають розміщення пристрою вище рівня, на якому розміщена кришка демонстраційного столу, або на іншому рівні. Використовуються різноманітні підставки, включаючи підймальні столи, штанги та триноги. Наприклад, якщо ви демонструєте експеримент із магнітною стрілкою Ерстеда, його буде розміщено на підймальному столі. Якщо у вас немає заводського підймального столу, то варто скористатися саморобним підймальним столом. Можна використовувати різноманітні дерев'яні підставки, бруски, ящики. Для експериментів зі статичною електрикою потрібен стіл з ізольованими ніжками. Використовуйте поворотне дзеркало або проєкційний інструмент. Якщо показане явище відбувається в горизонтальній площині, то доцільно використовувати велике плоске дзеркало, розміщене під кутом близько  $45^\circ$  до поверхні столу, а також відеокамеру та проєктор.

### ***Застосування екранів, фонів і освітлення.***

Видимість демонстрації та встановлення обладнання значно покращується завдяки використанню відповідного фону, на якому обладнання можна побачити. Використання контрастного фону підвищує ефективність експериментів, роблячи їх більш виразними та цікавими для спостереження.

На практиці найчастіше використовуються екрани з чорною або білою поверхнею.

Екран білий з одного боку і чорний з іншого дуже практичний. Білий фон використовується під час демонстрації експерименту з використанням темного пофарбованого обладнання, яке погано контрастує з фоном дошки.

Експерименти з кольоровими рідинами легше побачити на білому тлі. З іншого боку, темний фон використовується при демонстрації дослідів з використанням приладів, пофарбованих у світлі тони. В експериментах з використанням сфер Паскаля лінії диму чітко видно навіть на темному тлі.

На темному фоні демонструють нагрівання металевої спіралі електричним струмом. У деяких випадках видимість явища значно покращується, якщо як фон використовувати напівпрозорий екран з підсвічуванням. При демонстрації дослідів з прозорими рідинами використовують прилади з екранами, що підсвічуються, або прозорими шкалами.

Екрани з підсвічуванням виготовлені з матового скла та підсвічуються люмінесцентним світлом з протилежного боку для розсіювання світла. Конструктивно даний плафон являє собою плоский ящик, в якому розміщений світильник, одна з великих поверхонь якого виконана з напівпрозорого скла.

#### ***Додаткове освітлення для приладів.***

При демонстрації дослідів часто доводиться використовувати додаткове освітлення окремих частин приладу, шкали приладу тощо. Це підвищує правдивість експериментів і збільшує видимість спостережуваних явищ. Для цього використовуються світильники з відбивачами, встановлені над демонстраційним столом. У деяких випадках використання слайдпроектора може забезпечити достатнє освітлення.

#### ***Використання великого масштабу.***

Масштаб демонстраційного пристрою повинен бути великим, щоб учні могли на місці поррахувати кількість виставлених пристроїв. Ваги для демонстраційного обладнання зазвичай виготовляються з урахуванням цієї вимоги. Якщо масштаб пристрою невеликий, необхідно збільшити розмір.

#### ***Застосування покажчиків і фіксаторів.***

При виконанні дослідів зі зміною положення, лінійних розмірів чи об'єму

предметів, зміною рівня рідини рекомендується використовувати різні індикатори, стрілки, кільця, папірці. Наприклад, щоб продемонструвати розширення рідини при нагріванні, доцільно використовувати гумове кільце для вказівки початкового рівня рідини в трубці. Для позначення коливань маятника або ваги пружини використовують прапорці та стрілки на підставках.

### ***Кольорова рідина.***

Під час демонстрації дослідів із рідинами в прозорих посудинах рідини слід забарвлювати для кращої видимості. Для цього на практиці часто використовують розчин перманганату калію, чорнило або розчин «зеленого» мідного купоросу. Це можливо лише в самих крайніх випадках і лише за умови ретельного очищення ємкості після використання. Чорнило та перманганат калію знебарвляють стінки ємкості, тому їх буде важко змити. З розчину мідного купоросу випадають кристали, які осідають на дні й стінках ємкості.

Як фарбувальну рідину найкраще використовувати розчин фуксин.

### ***Фронтальні лабораторні роботи й фізичні практикуми.***

Програмами з фізики для середньої школи значна частина навчального часу відводиться на самостійне виконання учнями лабораторних робіт. При вивченні окремих питань програми учні під безпосереднім керівництвом учителя виконують фронтальні лабораторні роботи. Особливістю їх є те, що всі учні класу одночасно виконують ту саму роботу. Це полегшує працю вчителя на уроці, даючи йому можливість оперативного керувати діяльністю учнів, контролювати хід виконання роботи на кожному її етапі. Залежно від змісту і складності фронтальної лабораторної роботи на виконання її може бути відведено від 5 до 45 хв. Наприклад, при вивченні фізики в 7 класі лабораторна робота "Одержання зображень магнітних полів" може бути виконана всього за кілька хвилин, а на виконання роботи "Визначення ефективності установки з електричним нагрівником" потрібно відвести цілий урок. Одним з видів навчального експерименту є фізичні практикуми, до яких включаються складніші лабораторні роботи, які можуть бути проведені в кінці великих розділів. Особливістю фізичних практикумів є те, що при проведенні їх учні одночасно виконують різні роботи. Фізичні практикуми, як і



фронтальні лабораторні роботи, учні виконують індивідуально або групами (2-3 учні) залежно від конкретних умов школи, укомплектованості її фізичного кабінету. Виконуючи фронтальні лабораторні роботи, учні досліджують чи розглядають одне або невелику кількість споріднених питань. Якщо проводяться фізичні практикуми, то в них треба включати ширше коло питань, які стосуються всього розділу або навіть різних розділів. Кількість вказаних у програмах лабораторних робіт, як і демонстраційних дослідів, є обов'язковою. Але вчителю дається право залежно від умов школи, рівня підготовки учнів певного класу, методики вивчення матеріалу, якої дотримується вчитель, замінювати лабораторні роботи рівноцінними їм або більш ефективними. Обов'язковими є також організаційні форми проведення лабораторних робіт: передбачені програмами фронтальні роботи повинні виконуватись фронтально. Бажано, звичайно, розширити кількість фронтальних лабораторних робіт, якщо для цього є відповідне обладнання й роботи можна органічно включити в процес вивчення того чи іншого матеріалу. Особливо це доцільно робити вивчаючи ті розділи, в яких кількість фронтальних робіт, передбачених програмами, незначна. Важливою вимогою програм є обов'язкове використання часу, що відводиться на фізичні практикуми, за прямим призначенням. У програмах подано перелік робіт фізичного практикуму і вказується час, відведений на виконання їх. Список робіт фізичного практикуму вчитель може дещо розширити, якщо для цього є відповідне обладнання й оригінальні дидактичні ідеї. У більшості шкіл фізичні практикуми проводять наприкінці навчального року, але при відповідному обладнанні фізичних кабінетів такі практикуми логічно проводити після вивчення великих розділів програми. Це дасть можливість тісніше пов'язати фізичні практикуми з вивченням певного кола питань, їх узагальненням і закріпленням. Основна мета лабораторних робіт: ознайомити учнів з експериментальним методом дослідження фізичних явищ; формувати розуміння принципів вимірювання фізичних величин, опанувати способи й техніку вимірювань, а також методами аналізу похибок.

#### **1.4. Вимоги до навчального фізичного експерименту**

Фізика як наука, що вивчає природу належить до експериментальних наук. Тому не дивно, що учителі в процесі навчання фізики у середній школі підтверджують визначальну й вирішальну роль навчального фізичного експерименту як методу й засобу навчання, який сприяє реалізації одного з провідних принципів дидактики – принципу наочності. За його допомогою вдається не тільки розв'язувати завдання формування системи умінь і навичок учнів, але й стверджувати у свідомості учнів сучасну природничо-наукову картину світу, виховувати позитивні моральні якості, та навчити основних норм безпеки життєдіяльності, адже кожного разу перед виконанням тієї чи іншої лабораторної роботи (експерименту) вчитель ознайомлює учнів з “Інструкція з охорони праці для учнів при виконанні лабораторних робіт з фізики”.

Реалізація цих завдань покладена на вчителя фізики, який володіючи теоретичною складовою фізики, повинен з максимальною ефективністю реалізовувати позитивні якості фізичного навчального експерименту для виконання завдань, поставлених перед середньою школою.

##### ***Про лабораторну культуру.***

Перед викладачем фізики, як і кожним вчителем, стоять завдання не тільки навчання свого предмета, а й не менш важливі виховні. Залишаючи осторонь питання про значення курсу фізики у виховному відношенні взагалі, зупинимося на одному питанні: про виховання в учнів лабораторної культури.

Основною умовою для успіху роботи в цьому напрямі є:

- 1) утримання викладачем фізичного кабінету і зокрема колекції приладів у зразковому порядку;
- 2) дбайливе ставлення до збереження інвентарю;
- 3) неухильне виконання самим викладачем основних правил лабораторної культури.

Якщо кабінет перебуває в безладді, прилади зберігаються подекуди та абияк і до того ж ще в несправному стані, якщо взагалі немає деякого культу чистоти й порядку, якщо сам викладач неохайно веде проведення дослідів і недбало виконує

елементарні вимоги лабораторної культури, то про жодне виховання учнів, звісно, не може бути й мови. Основні вимоги лабораторної культури, крім утримання кабінету в зразковому порядку, зводяться до таких положень:

### **Охайність.**

1) Як демонстраційний стіл, так і прилади, що застосовуються для дослідів, мають бути абсолютно чистими від пилу, а тим більше від бруду. Неприпустимо користування недостатньо добре промитим скляним посудом, каламутними не профільтрованими розчинами тощо. Чим частіше викладач стане застосовувати рушник для пилу, тим краще. Окремі прилади повинні із зовнішнього боку мати охайний вигляд. Тому доводиться час від часу видаляти з приладів пил, чистити крейдою нікельовані частини та промивати скляні, підфарбовувати різні деталі в разі псування на них фарби. Під час виготовлення спрощених приладів треба подбати про їхній охайний вигляд, з якого б простого матеріалу вони не були зроблені.

Учні повинні на кожному кроці на власні очі переконуватися, що утримання фізичних приладів у бездоганній чистоті така сама необхідність, як таке саме ставлення до одягу, та інших предметів у побутових умовах.

2) Кожна установка досліду в його цілому повинна бути зразком суворого порядку, що насамперед позначається в розташуванні приладів на демонстраційному або лабораторному столі. Зокрема, неприпустимим є застосування як підставок і підкладок випадкових предметів (книг, цегли, ящиків від столу тощо); у належних випадках необхідно користуватися спеціально для цього призначеними пристосуваннями та приладами. Під час складання електричних установок неприпустиме хаотичне розташування проводів. При цьому для з'єднань повинні застосовуватися спеціальні гнучкі дроти, зроблені, наприклад, із розплетеного шнура від електричного освітлення і забезпечені на кінцях вилочками.

3) Проливання на демонстраційний або лабораторний стіл води, а тим паче розчинів кислот та інших хімікалій проступок з боку того, хто працює з ними. Особливо великим буде цей проступок у разі пролитої ртуті. Дійсно, ртуть є не

тільки дефіцитним і дорогим продуктом, а й отруйним, оскільки зі щілин і заглиблень, куди вона затече, вона стане довгий час давати шкідливі для здоров'я пари. Тому при всіх роботах із рідинами, а тим паче з ртуттю необхідне вживання кювет або таць, куди слід поміщати прилад.

4) Деякі фізичні прилади вимагають дотримання певних правил під час перенесення та встановлення їх, а тим більше під час користування ними. Ці правила викладено під час опису відповідних приладів. Особливо важливим є дотримання суворо визначених навичок і неухильне виконання правил під час різного роду вимірювань.

Вчителеві який хоча б один раз допустив на очах в учнів порушення цих правил, ніколи не домогтися виконання їх учнями під час лабораторних занять. Зовсім недостатньо просто ставити до відома учнів про ці правила; вчителеві необхідно протягом усього курсу фізики прищеплювати певні культурні навички поведінки з фізичними приладами, самому будучи при цьому зразковим прикладом.

### **1.5. Взаємовідносини методики й техніки фізичного експерименту**

Для проведення досліду викладач підбирає необхідні прилади, іноді складаючи з них більш-менш складні установки, і потім проробляє з ними низку певних маніпуляцій для відтворення тих чи інших фізичних явищ. У деяких випадках викладачеві доводиться виготовити своїми силами потрібний прилад за якимось зразком або за описом, а то й придумувати самостійно конструкцію приладу. Усе це вимагає від викладача певної суми знань: будови приладів, правил поведінки з ними тощо, а також певних навичок, і становить технічний бік експерименту.

Таким чином, до техніки фізичного експерименту мають бути віднесені питання про відповідний підбір або виготовлення апаратури й про застосування таких способів і прийомів використання її, щоб:

- 1) виявився виключеним будь-який ризик заподіяння шкоди приладам.
- 2) фізичне явище було відтворено найкращим чином як з якісного, так і

кількісного боку.

Однак при постановці та проведенні експериментів у школі не можна обмежуватися тільки одним завданням про відтворення явища як такого. Треба усвідомити собі раз і назавжди, що попри винятково важливе значення експерименту у курсі фізики, він ніколи не може виявитися самоціллю, а має слугувати лише засобом для забезпечення педагогічного процесу, тобто для розв'язання завдань, що стоять перед викладанням фізики. Тому під час попередньої підготовки до уроку викладач визначає, що саме має бути показано і для якої мети призначена дана демонстрація або лабораторна робота. Таке цільове встановлення дасть змогу з'ясувати, яким чином, а отже, і за допомогою яких засобів явище необхідно продемонструвати; іншими словами, дасть змогу уточнити не тільки зміст, а й визначити форму експерименту, а також техніку проведення його.

Відтворення того чи іншого фізичного явища може відрізнятися значним ступенем глибини та повноти, а також виокремленням усіх сторін дійсного фізичного процесу, або ж явище показується у схематизованому та спрощеному вигляді. Так, наприклад, демонстрація на закон Ома може бути зведена до розгляду явища для ділянки, а не для всього кола; демонстрація принципу дії акумулятора утворення перекису свинцю на анодній пластині без змін у свинці на катоді; демонстрація відбиття й переломлення паралельних променів перетинання їх у головному фокусі; демонстрація вагового тиску на дно посудини з вертикальними стінками тощо.

Ступінь схематизації та спрощення фізичного явища під час його відтворення цілком визначається вимогами педагогічного процесу, для якого цей експеримент є базою для побудови відомих висновків. Ці ж вимоги сформулюються виключно методикою викладання фізики звідси повне підпорядкування картини відтвореного явища методичним цілям.

Нарешті у процесі навчання фізики в жодному разі не можна обмежуватися одним відтворенням явища без вивчення тих засобів і способів, якими воно отримане. Ця друга вимога методики має визначальне значення для техніки

постановки та проведення дослідів.

Ці дві основні вимоги методики іноді дають змогу легко підібрати необхідний комплект апаратури та визначити техніку відтворення явища; в окремих же випадках вони, вступаючи між собою в певну суперечність, призводять до необхідності розв'язати далеко не прості завдання технічного і методичного характеру. Дійсно, у низці випадків спрощення апаратури, що робиться з метою досягнення простоти для розуміння принципу її дії та устрою, несприятливо відбивається на якості відтворюваного явища.

Тому завданням методики й техніки шкільного фізичного експерименту є створення або підбір таких приладів та застосування таких технічних методів, щоб досягти такого відтворення явища, на основі спостереження якого могли бути побудовані відповідні висновки. Таким чином, методикою визначається технічний бік експерименту, розуміючи під цим приладом що застосовувався.

Майбутньому викладачеві не достатньо опанувати лише одну техніку шкільних дослідів (що зробити порівняно просто), тобто набути умінь в поводженні з фізичними приладами з метою демонстрації дослідів, але необхідно навчитися точно формулювати методичні цілі, яких досягають у даному експерименті, для того, щоб цілком підпорядкувати їм технічний бік, іноді аж до влаштування приладів.

Потрібно також мати на увазі, що тільки за критичного ставлення до всієї, навіть загальноприйнятої, апаратури й до методів використання її молодий викладач зможе стати не тільки зразковим педагогом, а й піднятися вище за той рівень, до якого досягла методика сьогоdnішнього дня. Викладач під час проведення курсу фізики сліпо йде "протоптаним" шляхом, вирішеною офіційним підручником, і не ризикує здійснювати "переоцінку цінностей", незважаючи на своє безумовне право на будь-яке завгодно оригінальне розв'язання методичних завдань для досягнення максимальної ефективності викладання. Слід звернути увагу на те, що в підручниках і методичних посібниках іноді використовують деякі експерименти, які є загальноприйнятими, але, втім, у методичному плані не витримують критики. Молодий вчитель повинен, ретельно вивчити досвід інших

учителів і методистів і всіляко використовувати його, шукати найкращих методичних шляхів у розв'язанні завдань викладання фізики, перевіряючи ці шляхи у своїй роботі в класі та вносячи в них відповідні корективи. Таким чином він зможе поступово створити своє власне методичне "крredo" і багато в чому сприяти подальшому розвитку методики фізики як науки.

### **1.6. Роль експерименту в процесі навчання фізики в школі**

**Навчальний фізичний експеримент** – одна з найважливіших ланок у системі одержання знань і вмінь, передбачених програмою з фізики середньої школи. Він може бути використаний на різних етапах вивчення матеріалу та з різною дидактичною метою. Ще К. Д. Ушинський вказував на необхідність саме такої організації навчального процесу: "Якщо навіть припустити, що учень зрозуміє думку, пояснену йому вчителем, то й в такому випадку думка ця ніколи не вляжеться в голову його так міцно й свідомо, ніколи не стане такою повною власністю учня, як тоді, коли він сам її виробить" [30].

Демонстрація фізичних дослідів дозволяє вчителю керувати пізнавальною діяльністю учнів у процесі спостереження й вивчення фізичних явищ. Фізичний експеримент широко застосовують в навчальному процесі для організації спостереження фізичного явища, якісного чи кількісного вивчення методу дослідження, вступу до теорії, підтвердження висновків теорії, ілюстрації застосування фізичних законів на практиці.

Як метод навчання експеримент використовується для реалізації таких дидактичних цілей:

- постановка навчальної проблеми, яка потребує розв'язання;
- повідомлення нових знань;
- ілюстрація повідомлених учням фактів;
- формування практичних умінь і навичок;
- перевірка якості засвоєння знань, умінь і навичок,
- повторення, закріплення та узагальнення матеріалу;

- розвиток творчих здібностей учнів тощо.

Залежно від обраного вчителем підходу до організації діяльності учнів з вивчення навчального матеріалу експеримент може виступати у двох аспектах: при дедуктивному підході він здебільшого виступає як критерій істини, підтверджує висновки, одержані шляхом теоретичних міркувань. При індуктивному підході експеримент є основним джерелом знань.

При індуктивному викладі матеріалу можна виділити наступні етапи в діяльності вчителя й учнів:

- постановка задачі (проблеми), що вимагає експериментального розв'язання;
- з'ясування елементів знань, які передбачається одержати експериментально (але не повідомлення самих знань);

Роль експерименту в процесі навчання фізики в школі проєктування експерименту (визначення блок-схеми установки, виконання її креслення, малюнка);

- складання установки на очах учнів. При цьому проводиться співвіднесення креслення, схеми з елементами установки. Іноді частину установки (окремі блоки) збирають завчасно, і тільки в рідкісних випадках установка може бути зібрана заздалегідь. Однак, у будь-якому варіанті прилади виставляють на демонстраційний стіл тільки на час демонстрації досліду;

- пояснення установки, з'ясування призначення окремих приладів і блоків, функціональних залежностей між елементами установки;

- демонстрація явища чи процесу, що супроводжується поясненням того, що і як спостерігати, на що звертати увагу;

- словесна, графічна чи таблична фіксація одержаних експериментальних даних;

- організація роботи з учнями з виділення нових знань, отриманих у результаті постановки досліду, через порівняння, абстрагування, узагальнення.

При дедуктивному викладі матеріалу їхній зміст зводиться до наступного:

- на першому етапі визначають, які наслідки з теорії можна перевірити експериментально;



- на другому етапі з'ясовують, які елементи теоретично одержаних знань мають бути підтверджені експериментально;

- на останньому етапі діяльність учнів спрямовується на виділення тих фактів, що підтверджують висновки теорії й були отримані в результаті виконання дослідів.

Зрозуміло, що найбільших успіхів досягають ті вчителі, які вміють організувати процес навчання, ефективно керувати пізнавальною діяльністю учнів. При демонстрації дослідів можливі записи в зошитах учнів (назва дослідів, схема установки, таблиці, графік, висновок). У кожному конкретному випадку вчитель указує, що необхідно записати на тій чи іншій стадії експерименту.

Найефективнішим є евристичний метод вивчення матеріалу, коли значну частину необхідних висновків учні роблять самостійно, використовуючи дані навчального експерименту (демонстраційного, фронтального, експериментальних задач тощо), хоч він і потребує додаткових витрат часу.

Основні етапи діяльності вчителя й учнів на уроці при вивченні навчального матеріалу на основі експерименту схематично можна представити так.

**Таблиця 1.2.**

**Схема організації навчальної діяльності при евристичному методі вивчення матеріалу**

<b>Етап</b>	<b>Вид діяльності</b>	<b>Роль, місце експерименту</b>	<b>Хто виконує основні функції</b>
1	Актуалізація знань з раніше вивченого матеріалу, які потрібні для сприйняття, осмислення й засвоєння нового матеріалу	Експеримент використовується з метою актуалізації знань, одержаних раніше	Учитель, з використанням знань учнів
2	Створення проблемної ситуації	Демонстраційний експеримент – засіб	Учитель

		створення проблемних ситуацій	
3	Формулювання навчальної проблеми	Результати експерименту служать основою для визначення проблеми	Учитель спільно з учнями
4	Формування гіпотез щодо вирішення проблеми		Учні під керівництвом учителя
5	Перевірка гіпотез	Експеримент як засіб перевірки гіпотез	Учитель; по можливості учні
6	Висновки щодо правильності гіпотез; формулювання досліджуваної закономірності та засвоєння нових знань	На основі аналізу результатів експерименту роблять висновки щодо правильності гіпотез	Учитель; учні під керівництвом учителя

### **1.7. Техніка безпеки при проведенні навчального фізичного експерименту**

Вчителі мають бути обізнані з правилами безпеки, показувати приклад суворого їх дотримання та вимагати цього від своїх учнів.

#### **Робота з нагрівальними приладами та легкозаймистими речовинами**

1. У навчальних дослідах заборонено використовувати нагрівальні прилади, що працюють на бензині.

2. Учні можуть отримати опіки.

3. Не можна залишати нагрівальні прилади увімкненими навіть на короткий час.

4. У разі використання легкозаймистих летючих рідин (наприклад, бензину, парафіну, ацетону) місткості з цими рідинами повинні бути надійно закриті й

знаходитися на відстані не менше 3 м від нагрівача.

5. Не ставте металевий посуд на електричну плиту з відкритою нагрівальною спіраллю (без азбестової прокладки).

6. Щоб запобігти вибуху пляшки зі спиртом, слідкуйте за тим, щоб вигоріло не більше 2/3 об'єму.

7. Не використовуйте інші пляшки зі спиртом, що вже горять, для підпалювання пляшок зі спиртом.

**При роботі з електричним струмом дотримуйтесь наступних правил:**

1. Працювати з електричними ланцюгами та вимикачами тільки при вимкненому живленні.

2. Не торкайтеся струмопровідних затискачів і провідників та не вносьте жодних змін у схему під час роботи.

3. Наявність напруги на клеммах обладнання або елементах схеми необхідно перевіряти тільки за допомогою вимірювального приладу.

4. Вмикати електричні кола тільки з дозволу вчителя.

5. Забороняється працювати на несправному обладнанні або ремонтувати його без дозволу викладача.

6. Вимкнути все обладнання, яке було під напругою, після зникнення напруги в зовнішній мережі.

7. Категорично забороняється використання "жучків" замість пошкоджених запобіжників.

8. При використанні випрямляча перед підключенням проводів переконайтеся, що конденсатор фільтра розряджений.

9. При витягуванні шнура з розетки необхідно брати рукою саму вилку, а не шнур.

10. При розбиранні електричного кола спочатку відключайте джерело струму, потім інші прилади.

Вплив електричного струму на організм людини залежить від сили струму, частоти, тривалості впливу, шляху проходження струму та індивідуальних особливостей людини. Для змінного струму промислової частоти (50 Гц) безпечна

межа струму становить 0,01 А. Струм 0,05 А вважається небезпечним для життя, а струм 0,1 А може бути смертельним. Для постійного струму безпечна межа становить 0,05 А. Струми з частотою понад 150-200 кГц менш небезпечні для організму, ніж струми промислової частоти. Ризик ураження електричним струмом зростає зі збільшенням тривалості впливу струму. Організм може витримати струм у кілька ампер, якщо тривалість впливу становить менше 0,1 секунди. Якщо час впливу більший, відбувається параліч дихання, а потім параліч серця. Ризик ураження електричним струмом також залежить від нервового стану людини. Втоmlена, роздратована і морально пригнічена людина є більш вразливою, ніж здорова і врівноважена. Навіть невелика кількість алкоголю в організмі різко знижує електричний опір такого організму, збільшуючи ризик ураження електричним струмом.

#### **Поводження з джерелами випромінювання.**

1. Під час роботи з потужними джерелами світла, особливо тими, що містять високий рівень ультрафіолетового випромінювання, носіть спеціальні захисні окуляри.

2. Не дивіться на джерело світла через фокусувальну лінзу.

3. Слідкуйте за тим, щоб зіниці учнів не потрапляли під прямий вплив світла від потужних джерел світла (наприклад, електричних дуг, ламп проєкційного обладнання, стробоскопів). Під час роботи з таким обладнанням використовуйте захисні кожухи та фільтри.

4. При проведенні експериментів з лазерами слідкуйте за тим, щоб лазерний промінь не потрапляв в очі будь-кому з присутніх.

5. Категорично забороняється використання радіоактивних матеріалів в експериментах.

#### **Працюючи з вакуумним та газорозрядним обладнанням.**

1. Використовуйте захисні кожухи в дослідах, де повітря випускається (або нагнітається) з тонкостінних скляних місткостей. Можна використовувати тільки круглодонні колби.

2. Використання рентгенівських трубок у школах, незалежно від їхньої

потужності чи конструкції, суворо заборонено.

3. Дотримуйтесь особливої обережності при поводженні з електронно-променевими трубками. Циліндр електронно-променевої трубки зазнає значного зовнішнього тиску через високий вакуум всередині. Невеликий удар по електронно-променевій трубці може спричинити вибух, а шматки розбитого скла можуть поранити будь-кого з присутніх. Про це також слід пам'ятати при поводженні з посудинами Дьюара, електронними лампами та іншими порожнистими пристроями.

4. Щоб запобігти шкідливому опроміненню учнів і вчителів, забороняється проводити експерименти з вакуумними лампами для дослідження катодних променів.

#### **Поводження з хімікатами.**

1. Кожна місткість повинна бути промаркована відповідною інформацією, щоб запобігти неправильному використанню хімікатів.

2. Категорично забороняється визначати речовини на смак.

3. При приготуванні розчинів кислот і лугів необхідно дотримуватися наступних правил:

- Кип'ятіння води призводить до диспергування кислоти;
- Всі роботи з розчинами кислот і лугів слід проводити в посуді, розміщеному на спеціальних емальованих піддонах або у великих фотографічних кюветах;
- У разі потрапляння кислот або лугів на шкіру необхідно спочатку промити її великою кількістю води, а потім змочити 3% розчином харчової соди для нейтралізації кислоти, що потрапила на шкіру;
- Поверхні шкіри, на які потрапили луги, слід змочити 3% розчином оцтової кислоти або 10% розчином борної кислоти;
- Якщо бризки кислоти або лугу потрапили в очі, промийте їх великою кількістю води, а потім нейтралізуйте: 3% розчином харчової соди для кислот або 2% розчином борної кислоти для лугів. Відразу після очищення зверніться до лікаря.

Зберігання вибухових речовин або інших вибухонебезпечних матеріалів в

офісі категорично заборонено. Зберігання та використання ртуті в шкільних фізичних кабінетах заборонено. Ртуть та її пари є сильнодійними отрутами. Тривале вдихання парів ртуті, навіть у незначних кількостях, може поступово отруїти організм і викликати серйозні захворювання. Використання діоксиду сірки також заборонено.

## **РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ І ПРИЙОМИ УДОСКОНАЛЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ЗАСОБАМИ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ**

### **2.1. Історія розвитку мікроконтролерів**

Мікроелектроніка є продовженням розвитку напівпровідникової електроніки, початок якої було покладено 7 травня 1895 року, коли напівпровідникові властивості твердого тіла були використані А.С.Поповим для реєстрації електромагнітних хвиль.

Подальший розвиток напівпровідникової електроніки пов'язаний з розробленням у 1948 році точкового транзистора (американські вчені Шоклі, Бардін, Браттейн), у 1950 році площинного біполярного транзистора, а в 1952 році польового (уніполярного) транзистора. Поряд із транзисторами було розроблено і почали широко використовуватися інші різні види напівпровідникових приладів: діоди різних класів і типів, варистори, варикапи, тиристори, оптоелектронні прилади (світловипромінювальні діоди, фотодіоди, фототранзистори, оптрони, світлодіодні та фотодіодні матриці).

Створення транзистора стало потужним стимулом для розвитку досліджень у галузі фізики напівпровідників і технологій напівпровідникових приладів. Для практичної реалізації напівпровідникової електроніки, що розвивалася, потрібні були надчисті напівпровідникові й інші матеріали та спеціальне технологічне та вимірювальне обладнання. Саме на цій базі стала розвиватися мікроелектроніка.

Слід зазначити, що основні принципи мікроелектроніки це груповий метод і планарна технологія були освоєні при виготовленні транзисторів наприкінці 50-х років.

Перші розробки інтегральних схем (ІС) відносяться до 1958-1960 рр. У 1961-1963 рр. низка американських фірм почали випускати найпростіші ІС. В той самий час було розроблено плівкові ІС. Однак деякі невдачі з розробками стабільних за електричними характеристиками плівкових активних елементів призвели до переважного розроблення гібридних ІС. У грудні 1970 р. наказом міністра

електронної промисловості було створене науково-виробниче об'єднання "Кристал" (НВО "Кристал"). До його складу ввійшли: НДІ "Мікроприлад", Київський завод напівпровідникових приладів, дослідний завод "Мікроприладу". Об'єднання стало головною організацією з розробки та виробництва великих інтегральних схем на МОП-транзисторах, спочатку зі ступенем інтеграції понад 1000 транзисторів (для регулярних структур до 20 000 і вище), а на наступному етапі до 100 тис. і більше (розміри елементів зменшувалися до 1 мікрона).

В історичному плані можна відзначити 5 етапів розвитку мікроелектроніки.

Перший етап, що належить до першої половини 60-х років, характеризується ступенем інтеграції ІС до 100 елементів / кристал і мінімальним розміром елементів близько 10 мкм.

Другий етап, що належить до другої половини 60-х років і першої половини 70-х років, характеризується ступенем інтеграції ІС від 100 до 1000 елементів на кристалі та мінімальним розміром елементів до 2 мкм.

Третій етап, що почався в другій половині 70-х років, характеризується ступенем інтеграції понад 1000 елементів на кристалі та мінімальним розміром елементів до 1 мкм.

Четвертий етап, характеризується розробленням надвеликих ІС зі ступенем інтеграції понад 10000 елементів на кристалі й розмірами елементів 0,1 - 0,2 мкм.

П'ятий, сучасний, етап характеризується широким використанням мікропроцесорів і мікро-ЕОМ, розроблених на базі великих і надвеликих ІС. Історично виникнення і розвиток мікроелектроніки було підготовлено бурхливим ходом науково-технічної революції, що дала життя промисловій кібернетиці, обчислювальній техніці, радіоелектроніці та зажадала тотальної мікромініатюризації всіх елементів електронної техніки. Створення в 1948 р. транзистора на основі монокристалічного напівпровідника і розробка в 1950 -1951 рр. перших плівкових пасивних елементів електронної техніки підготували міцну базу для створення технології мікроелектроніки. Практично народження мікроелектроніки відносять до 1957 р., коли було вперше розроблено її технологічна основа, тобто запатентовано методи локальної дифузії через маску



оксиду, профільовану фотолітографією. Таким чином, сучасна мікроелектроніка бере початок від планарної технології на твердому тілі (активні елементи напівпровідникових інтегральних схем) і плівкової технології (пасивні елементи та гібридні інтегральні схеми) [22].

Основним технологічним напрямком у мікроелектроніці є виробництво монолітних, тонкоплівкових ІС, а також мікромініатюрних мікросхем, функціональних дискретних приладів. В основі технології товстих плівок лежить трафаретний друк і впаювання в керамічну підкладку елементів і провідників, при виготовленні монолітних ІС використовуються процеси дифузії, окислення та ін., при виготовленні тонкоплівкових мікросхем переважними є процеси конденсації з молекулярних пучків у вакуумі. Головні завдання технології мікроелектроніки такі: створення в мінімальному об'ємі (твердого тіла або на його поверхні) максимальної кількості визначених областей із заданими геометрією, складом, структурою, а отже, і властивостями, здатних виконувати певні функції елементів або еквівалентів елементів електронних схем за високої стабільності перетвореної інформації, малої витрати енергії та високій надійності багаторазового повторення всіх покладених на дану ІС завдань. При цьому звертають увагу на підвищення рентабельності при зниженні витрат матеріалів, на простоту і комплексність технологічного виробництва, максимум виходу придатних виробів при мінімальному застосуванні ручної праці. В цей час технологія мікроелектроніки пройшла вже основні стадії свого розвитку і становлення, а якщо врахувати, що широке виробництво ІС і дискретних приладів з використанням способів і технологічних процесів мікроелектроніки перейшло рубіж 1012 млрд шт. на рік, то стає зрозумілим, що ми маємо справу з найбільш масовим сучасним виробництвом вельми складної продукції. При цьому темпи розвитку мікроелектроніки перебувають поза конкуренцією з будь-якими іншими галузями сучасної промисловості. Це потребуватиме використання нових матеріалів та їхніх композицій, а також нових технологічних процесів і їхніх поєднань. Уже нині їх різноманіття поза конкуренцією з будь-якою іншою галуззю техніки.

Перший контролер був розроблений в 1971 році інженером англ. *Gary W.*

*Boone*, співробітником Texas Instruments. У 1980 році фірма Intel випускає мікроконтролер i8048, і того ж року пізніше — i8051. Вдалий набір периферійних пристроїв, можливість гнучкого вибору зовнішньої або внутрішньої програмної пам'яті та прийнятна ціна забезпечили цьому мікроконтролеру успіх на ринку. З погляду технології мікроконтролер i8051 на рис. 2.1, був для свого часу дуже складним виробом — у кристалі було використано 128 тисяч транзисторів, що в 4 рази перевищувало кількість транзисторів в 16-розрядному мікропроцесорі i8086.

Існує понад 200 модифікацій мікроконтролерів, сумісних з i8051, що випускаються двома десятками компаній. А також велика кількість мікроконтролерів інших типів. Популярністю у розробників користуються 8-бітові мікроконтролери PIC від фірми «Microchip Technology» і «AVR» від фірми «Atmel».

**Мікроконтролер** це однокристальний спеціалізований мікрокомп'ютер, виконаний у вигляді мікросхеми.

**Усі мікроконтролери** можна умовно розділити на 3 класи відповідно до їхньої розрядності:

- 8-розрядні
- 16-розрядні
- 32-розрядні

8-розрядні мікроконтролери мають відносно низьку продуктивність, яка цілком достатня для розв'язання широкого кола завдань керування різними об'єктами. Це прості та дешеві мікроконтролери, орієнтовані на використання у відносно нескладних пристроях масового випуску. Основними галузями їхнього застосування є побутова та вимірювальна техніка, промислова автоматика, автомобільна електроніка, телевізійна, відео та аудіоапаратура, засоби зв'язку. Для цих мікроконтролерів характерна реалізація Гарвардської архітектури, де використовується окрема пам'ять для зберігання програм і даних. Внутрішня пам'ять програм зазвичай має обсяг від кількох одиниць до десятків кілобайт. Для зберігання даних використовується регістровий блок, організований у вигляді

декількох регістрових банків, або внутрішнє ОЗП. Обсяг внутрішньої пам'яті даних становить від кількох десятків байт до кількох кілобайтів. Низка мікроконтролерів цієї групи дає змогу, за потреби, додатково під'єднувати зовнішню пам'ять команд і даних, об'ємом до 256 кілобайтів. Мікроконтролери цієї групи зазвичай виконують відносно невеликий набір команд (30-100), що використовують найпростіші способи адресації. Такі мікроконтролери забезпечують виконання більшості команд за один такт машинного часу.

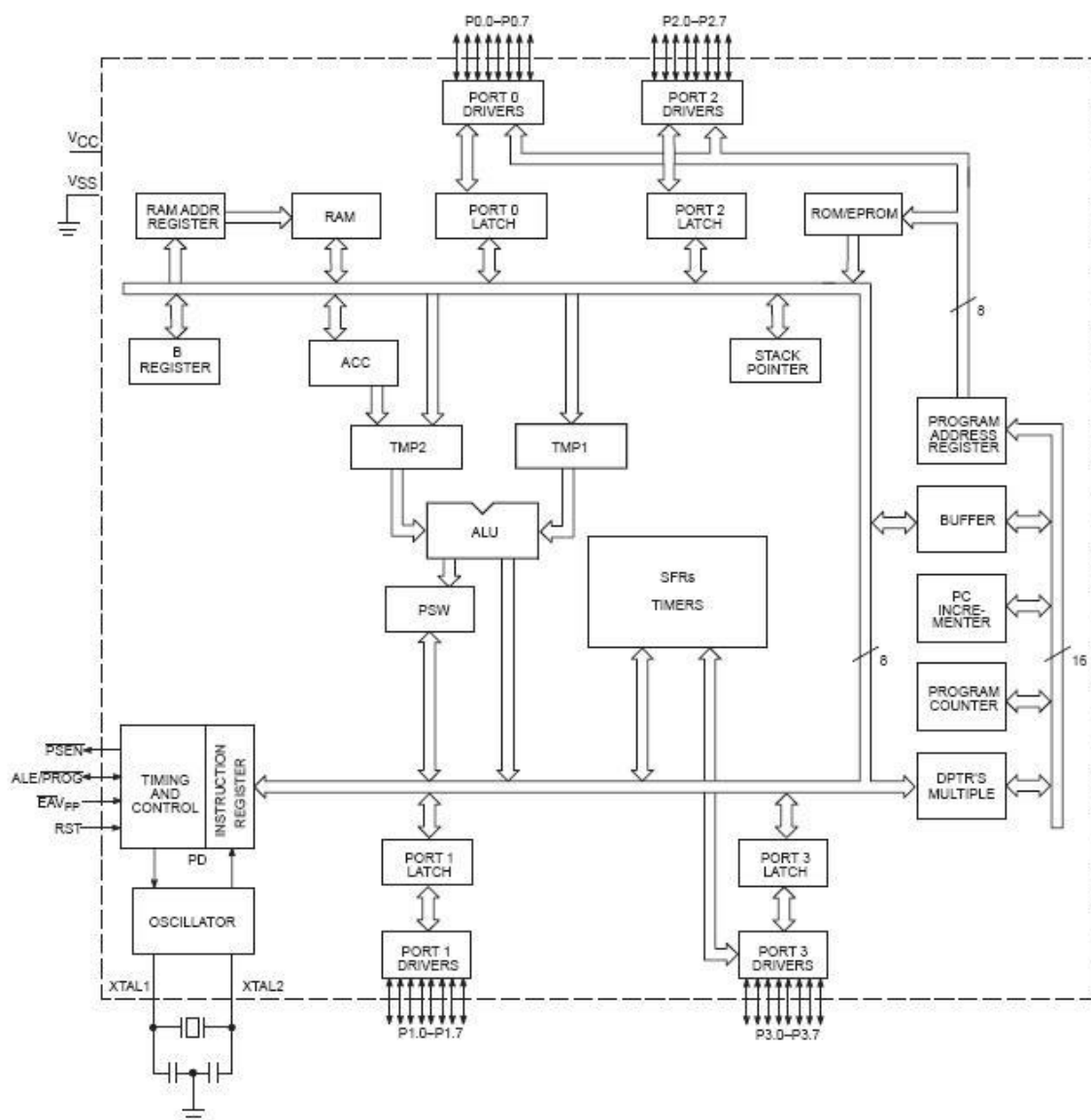


Рис. 2.1. Мікроконтролер

16-розрядні мікроконтролери в багатьох випадках є вдосконаленою модифікацією своїх 8-розрядних прототипів. Вони характеризуються не тільки збільшеною розрядністю оброблюваних даних, а й розширеною системою команд і способів адресації, збільшеним набором регістрів і обсягом адресованої пам'яті, а також низкою інших додаткових можливостей. Зазвичай ці мікроконтролери дають змогу розширити розмір пам'яті програм і даних до кількох мегабайтів шляхом підключення зовнішніх мікросхем пам'яті. У багатьох випадках реалізується їхня програмна сумісність із молодшими 8-розрядними моделями. Основна сфера застосування таких мікроконтролерів це складна промислова автоматика телекомунікаційна апаратура, медична та вимірювальна техніка.

32-розрядні мікроконтролери містять високопродуктивний процесор, що відповідає за своїми можливостями молодшим моделям мікропроцесорів загального призначення. У низці випадків процесор, який використовується в цих мікроконтролерах, аналогічний CISC- або RISC-процесорам, які випускаються або випускалися раніше як мікропроцесори загального призначення. Наприклад, у 32-розрядних мікроконтролерах компанії Intel використовують процесор i386, у мікроконтролерах компанії Motorola широко застосовують процесор 68020, у низці інших мікроконтролерів процесорним ядром слугують RISC-процесори типу PowerPC. На базі даних процесорів були реалізовані різні моделі персональних комп'ютерів. Введення цих процесорів до складу мікроконтролерів дає змогу використовувати у відповідних системах керування величезний обсяг прикладного та системного програмного забезпечення, створений раніше для відповідних персональних комп'ютерів. Крім 32-розрядного процесора, на кристалі мікроконтролера розміщується внутрішня пам'ять команд розміром до десятків кілобайт, пам'ять даних розміром до кількох кілобайтів, а також складно-функціональні периферійні пристрої такі як таймерний процесор, комунікаційний процесор, модуль послідовного обміну та низка інших. Мікроконтролери працюють із зовнішньою пам'яттю об'ємом до 16 Мбайт і вище. Вони знаходять широке застосування в системах керування складними об'єктами промислової автоматики (двигуни, робототехнічні пристрої, засоби комплексної автоматизації

виробництва). У внутрішній структурі цих мікроконтролерів реалізується Принстонська або Гарвардська архітектура. Процесори, що входять до їхнього складу, можуть мати CISC- або RISC-архітектуру, а деякі з них містять кілька виконавчих конвеєрів, що утворюють суперскалярну структуру.

**Цифрові сигнальні процесори (ЦСП, DSP)** становлять особливий клас спеціалізованих мікропроцесорів, орієнтованих на цифрове опрацювання аналогових сигналів, що надходять. Специфічною особливістю алгоритмів обробки аналогових сигналів є необхідність послідовного виконання низки команд множення та додавання з накопиченням проміжного результату в регістрі-акумуляторі. Тому архітектура ЦСП орієнтована на реалізацію швидкого виконання операцій такого роду. Набір команд цих процесорів містить спеціальні команди MAC (Multiplication with Accumulation), що реалізують ці операції. Значення аналогового сигналу, що надійшов, може бути представлено у вигляді числа з фіксованою або з "плаваючою" крапкою. Відповідно до цього ЦСП діляться на процесори, що обробляють числа з фіксованою або плаваючою крапкою. Простіші та дешевші ЦСП з фіксованою крапкою зазвичай обробляють 16-розрядні операнди, представлені у вигляді правильного дробу. Однак обмежена розрядність у низці випадків не дає змоги забезпечити необхідну точність перетворення. Тому в ЦСП з фіксованою крапкою, що випускаються компанією Motorola, прийнято 24-розрядне представлення операндів. Найвища точність опрацювання забезпечується в разі подання даних у форматі з "плаваючою" крапкою. У ЦСП, що обробляють дані з "плаваючою" крапкою, зазвичай використовують 32-розрядний формат їх подання. Для підвищення продуктивності при виконанні специфічних операцій оброблення сигналів у більшості ЦПС реалізується Гарвардська архітектура з використанням декількох шин для передавання адрес, команд і даних. У низці ЦПС знайшли застосування також деякі риси VLIW-архітектури: поєднання в одній команді кількох операцій, що забезпечують оброблення наявних даних і одночасне завантаження у виконавчий конвеєр нових даних для подальшого оброблення.

## 2.2. Електронні засоби, що використовуються у традиційній методиці й техніці навчального фізичного експерименту

Для прикладу можна взяти шкільний осцилограф який використовується для візуального спостереження та дослідження (форми та частоти) періодичних електронних процесів.

Основним елементом одного з найбільш поширених осцилографів є електронно-променева трубка на рис. 2.2, принцип дії якої розглядається у шкільному курсі фізики в темі "Струм у різних середовищах".

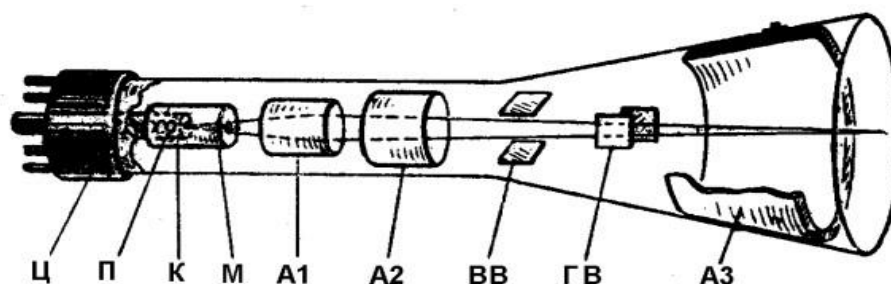


Рис. 2.2. Електронно-променева трубка.

Спрощена блок-схема такого осцилографа показана на рис. 2.3.

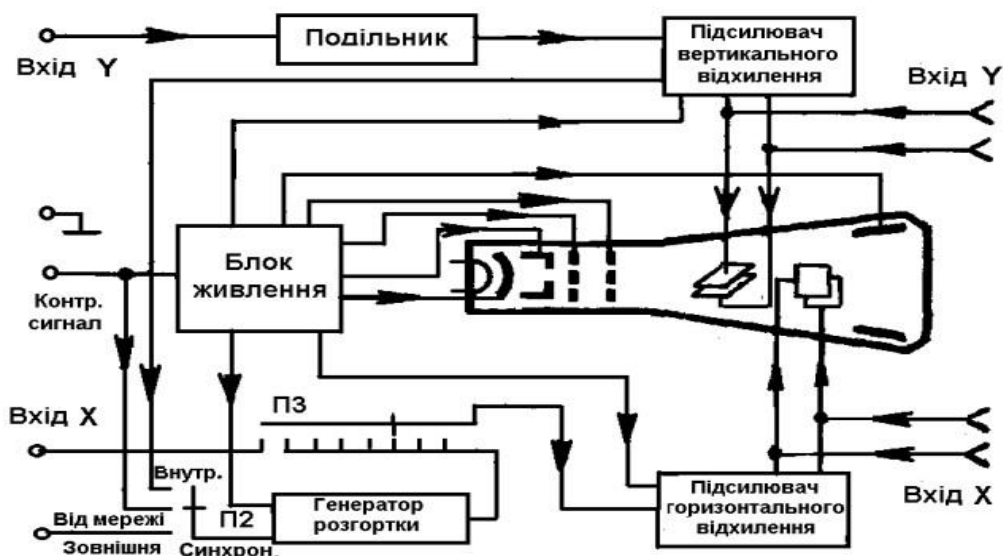


Рис. 2.3. Блок-схема простого осцилографа.

У такому приладі одночасно застосовані технології що несуть підвищену небезпеку це використання вакуумної електронно-променевої трубки та високої напруги що подається на неї для відхилення пучка електронів, також для живлення використовується небезпечна для людини напруга 220 вольт.

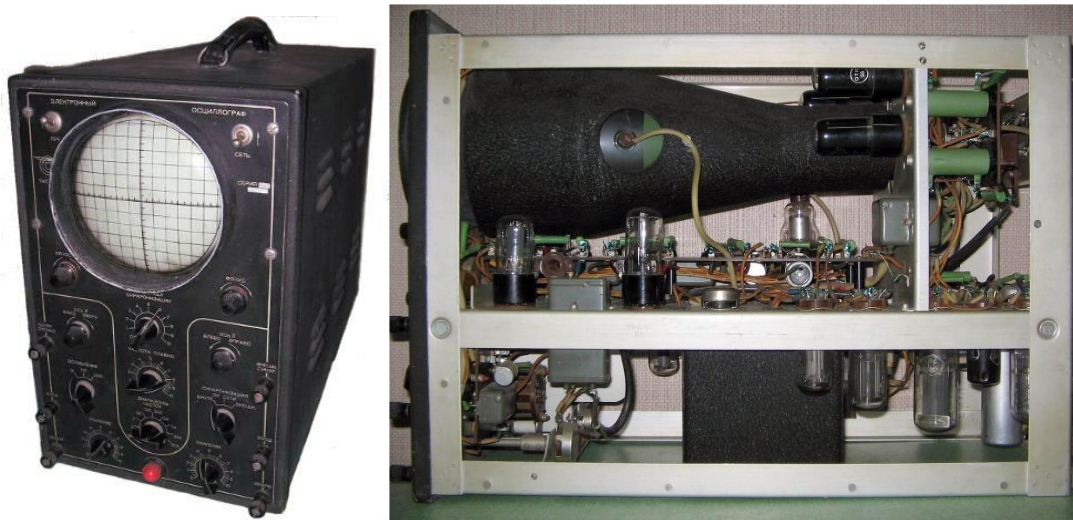


Рис. 2.4. Зовнішній і внутрішній вигляд шкільного осцилографа.



Рис. 2.5а. Генератор звукової частоти, шкільний, зовнішній вигляд.



Рис. 2.5б. Генератор звукової частоти, шкільний, внутрішній вигляд.

Враховуючи важливість саме безпечних приладів для навчання школярів та безпечного використання при проведенні демонстраційного експерименту чи самостійної лабораторної роботи прилади в яких використовуються інші більш безпечні технології були б значно кращими.

### **2.3. Сучасні засоби мікроелектроніки у навчальному фізичному експерименті**

З розвитком технологій в електроніці, стало можливим будувати більш безпечні для використання прилади на заміну громіздким та таким в яких одночасно застосовують технології та компоненти приладу які потребують при їх використанні дотримання суворої техніки безпеки.

На заміну електронно-променевим трубкам прийшли (РК) рідкокристалічні дисплеї, а електровакуумні лампи замінили транзисторами та мікроконтролерами які працюють на інших принципах, більш безпечних, без використання тиску чи високої напруги. На їх основі будуються прилади які живляться від низької,



безпечної для людини напруги.

Виготовлення таких приладів стало можливим завдяки низці змін в елементній базі та технологіях які прийшли на заміну старим. На сьогодні основою майже всіх електронних приладів є мікроконтролер. Завдяки тому, що прилади конструюються саме на основі мікроконтролерів і стало можливим використання РК дисплеїв на заміну електронно-променевим трубкам, разом з цим і знизилась напруга що живить прилади. Мікроконтролери зустрічаються в багатьох приладах, наприклад телефон, пральна машина, наручний годинник, телевізор і навіть в осцилографі та генераторі звукової частоти можна його зустріти. Генератор та осцилограф побудований на основі засобів мікроелектроніки доцільніше використовувати при проведенні демонстраційних експериментів, бо вони несуть меншу небезпеку.

Так, прилад побудований на основі мікроконтролера складний для інженера який його проєктує, для програміста який пише програми для того, щоб прилад працював, але разом з тим вчитель який буде користуватись таким приладом. Наприклад осцилографом або генератором чи будь-яким іншим приладом який побудований на основі мікроконтролерів і яким можна замінити старі, морально та матеріально застарілі прилади отримує ряд переваг.

- значно менша вага.
- значно менші габарити.
- відсутність деталей в яких знаходиться повітря під тиском.
- відсутність високої напруги небезпечної для людини.
- напруга для живлення приладу безпечна для життя та здоров'я людини.
- портативність.

Всі ці фактори значно полегшують роботу вчителя при підготовці та проведенні демонстраційного експерименту.

Для наочного порівняння можна привести декілька прикладів.

## Генератор звуку шкільний.



Рис. 2.6. Генератор звукової частоти, шкільний, зовнішній вигляд.

В наш час існує багато видів осцилографів побудованих на основі мікроконтролерів, ось декілька прикладів.



Рис. 2.7. Зовнішній вигляд сучасних осцилографів.

Навіть “неозброєним” оком видно основні переваги таких приладів. Більшість таких приладів дають значно ширші можливості та дуже важливу функцію, їх можна під’єднувати до персонального комп’ютера та виводити зображення на великий монітор чи за допомогою проєктора, проєктувати збільшене зображення досліджуваного явища на дошку. Це в свою чергу спрощує роботу вчителю, адже як ми вже знаємо дослід має бути наочним, зрозумілим, ефективним, переконливим, естетичним по можливості ефектним, добре видимим та безпечним.

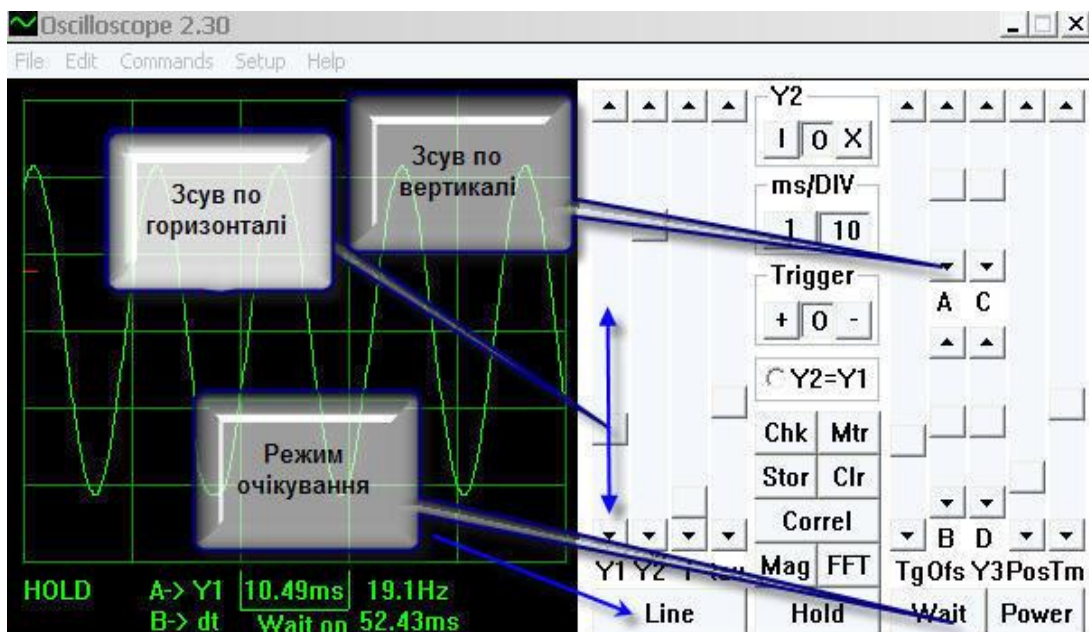


Рис. 2.8. Візуальний інтерфейс осцилографа на моніторі комп’ютера.

#### 2.4. Система лабораторних робіт з фізики із використанням сучасних засобів мікроелектроніки (на прикладі осцилографа)

Для удосконалення навчального фізичного експерименту засобами мікроелектроніки, можна замінити класичний осцилограф який як ми вже знаємо при використанні несе у собі ряд небезпек та незручностей для вчителя. На осцилограф побудований з використанням технологій мікроелектроніки який має

більше переваг та додаткових можливостей. Для цього візьмемо осцилограф USB-приставку Hantek та розробимо на його основі декілька лабораторних робіт.

### **Огляд на осцилограф USB-приставку Hantek що пропонується для удосконалення фізичного експерименту**

Модель 6022BE на два канали зі смугою 20 МГц (до 48 Мвиб./с), та з підтримкою USB-OTG.

Осцилограф можна використовуватися як USB приставку для комп'ютера, також і як портативний осцилограф (для смартфона/планшета на Android), що дуже зручно.

Можна виділити кілька особливостей моделі:

1) Пропускна здатність залежить від обраного (поточного) значення вольт/ділення.

2) Максимальний діапазон вхідного сигналу без дільника від -4,5 до + 4,5 вольт.

При перевищенні сигнал не просто буде перерізаний, а перевернутий і показаний у відображенні. Також є вказівка на надлишок сигналу на вході (світлодіод що знаходиться біля вхідних роз'ємів BNC).

При дільнику 1:10 діапазон вхідного сигналу становить від -35 до + 35 вольт.

3) Немає «закритого входу» (зчеплення змінного струму).

Тобто постійна складова завжди буде на вході.

Насправді ця проблема вирішується самостійно (додатково можна встановити конденсатор на вхід, на зонд).

4) Є офіційне програмне забезпечення яке можна встановити з диска що йде в комплекті, або завантажити з офіційного сайту виробника. Також є можливість встановити програмне забезпечення від незалежних розробників з розширеними функціями, в тому числі для Android і Linux.

5) Відсутня зовнішня синхронізація. Обсяг пам'яті залежить від обраного значення часу/ділення і не встановлюється вручну. Осцилограф вимірює сигнал, накопичує дані та відправляє пакет через USB. Час відправлення може бути

«згасаючим» і відсутніми вимірами (тригерами).



Рис. 2.9. Зовнішній вигляд осцилографа Hantek 6022BE.



Рис. 2.10. Наклейка з назвою моделі та основними характеристиками.



Рис. 2.11. Передня панель осцилографа.

Вхідні роз'єми знаходяться на передній панелі на рис. 2.11. Зліва бачимо два сокети BNC, це канали CH1 і CH2 відповідно. Праворуч розташовані контакти калібрувального вбудованого генератора з частотою 1 кГц, 2 вольти. Зліва від CH1 під наклейкою знаходиться світловий індикатор (зелено-червоний). Світіння зеленого свідчить про нормальну роботу, а червоний повідомляє про те, що вхідний сигнал перевищує допустиму величину.



Рис. 2.12. Задня панель осцилографа.

На задній панелі знаходиться два роз'єми на рис. 2.12.. Роз'єм USB для під'єднання осцилографа до персонального комп'ютера, ноутбука, планшета чи смартфона. Та інтерфейс USBXI (TM). Фірмовий "хантеківський", за допомогою якого можна об'єднати кілька пристроїв Hantek.

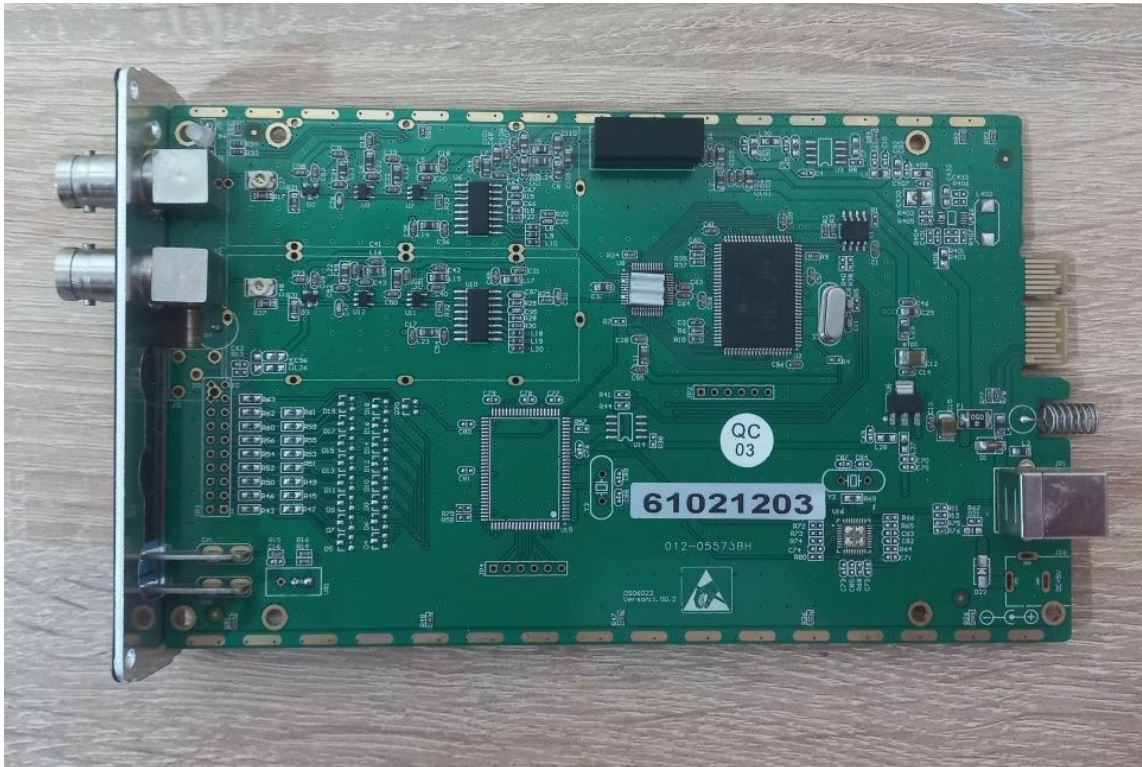


Рис. 2.13. Материнська плата осцилографа.

Осцилограф USB-приставку Hantek (материнська плата) ”серцем” якої являється мікроконтролер на рис. 2.13.. Тут ми можемо пересвідчитися в, тому що цей прилад не містить ні вакуумних ламп, ні будь-яких інших елементів які б могли нести небезпеку. Живлення цього приладу надходить по USB кабелю від персонального комп’ютера чи ноутбука.

### Лабораторна робота 1.

#### ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ БЛОКА ЖИВЛЕННЯ

**Мета:** Вивчення будови, принципу дії блока живлення. Дослідження впливу випрямних діодів, випрямного стабілітрона, ємності конденсатора згладжуючого фільтра на форму і величину випрямленої напруги.

**Завдання:** Одержати навички роботи з електронним осцилографом.

Обладнання:

- 1) персональний комп’ютер;
- 2) Осцилограф USB-приставку Hantek 6022BE з комплектом дротів;

- 3) трансформатор лабораторний;
- 4) напівпровідниковий діод 1N4007 – 1 шт.;
- 5) діодний міст КЦ405– 1 шт.;
- 6) електролітичний конденсатор 3300 мкф. 16 вольт;
- 7) резистор опором 330 Ом;
- 8) резистор опором 1 кОм ;
- 7) стабілітрон КС147А;
- 8) комплект з'єднувальних провідників;
- 9) макетна плата.

Зміст і метод виконання роботи.

Схема класичного блока живлення показана на рис. 2.14, вона складається із таких елементів: трансформатора, діодного випрямляча, фільтра низьких частот, стабілізатора напруги.

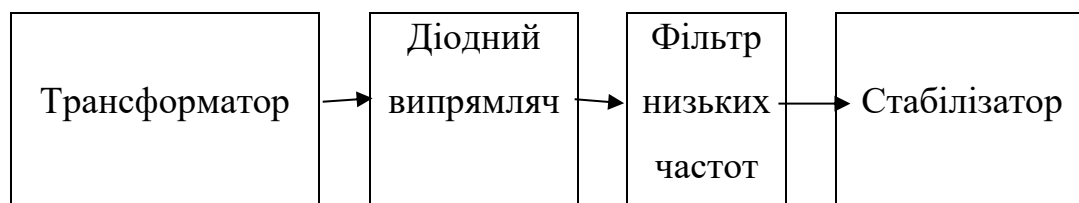


Рис. 2.14. Структурна схема блока живлення.

Для зменшення величини змінної напруги, що поступає на блок живлення, до необхідного значення служить **трансформатор**. Напруга на його виході має теж змінний характер на рис. 2.15, але меншу за значенням амплітуду.

Для перетворення змінного струму в постійний служить **діодний випрямляч**. Принцип його дії ґрунтується на властивості діода пропускати електричний струм в одному напрямку на рис. 2.16. Якщо у схемі випрямляча застосувати один діод (рис. 2.17а), то випрямлення струму буде однопівперіодне на рис. 2.17б. При з'єднанні певним чином чотирьох діодів – діодним містком на рис. 2.18а – відбувається двопівперіодне випрямлення змінного струму на рис. 2.18б.



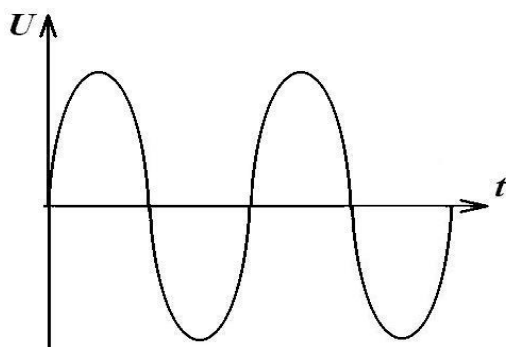


Рис. 2.15

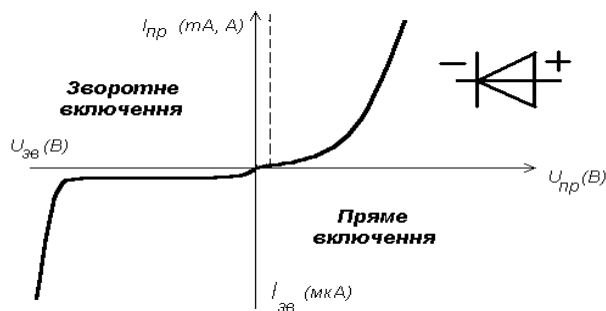
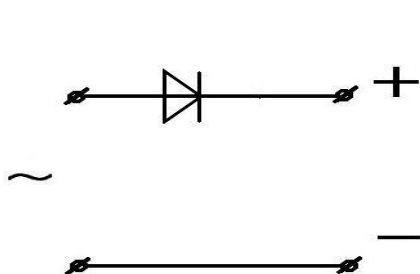
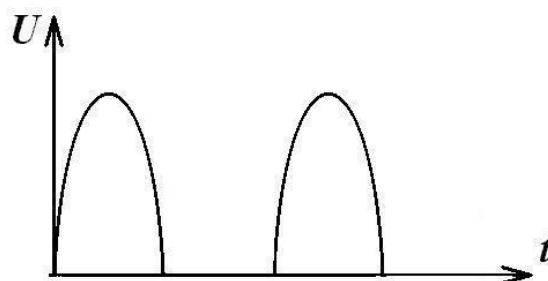
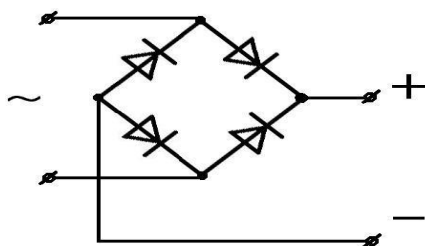
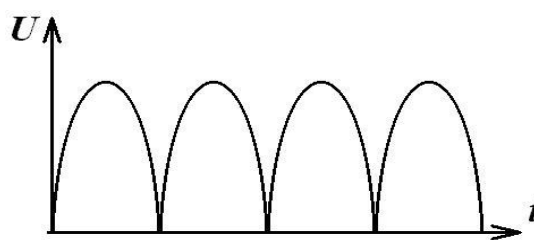


Рис. 2.16

Проходячи через випрямляч, рух струму стає однонаправленим. Тому через споживача струм поширюється завжди в одному напрямку.

Рис. 2.17а. Схема  
однопівперіодного випрямляча.Рис. 2.17б. Вигляд осцилограми  
електричного струму після  
однопівперіодного випрямленняРис. 2.18а. Схема діодного  
містка.Рис. 2.18б. Вигляд осцилограми  
електричного струму після випрямлення  
за допомогою діодного містка

Після випрямлення струм має постійний напрямок, але й “пульсуючий” вигляд на рис. 2.18б. Тому для згладжування пульсацій використовується **фільтр низької частоти** – конденсатор великої ємності на рис. 2.19а. При наявності

напруги на ньому – він заряджається, а при її відсутності – віддає енергію в коло. Таким чином відбувається згладжування пульсацій і струм набуває в певних межах більш-менш сталого значення на рис. 2.19б.

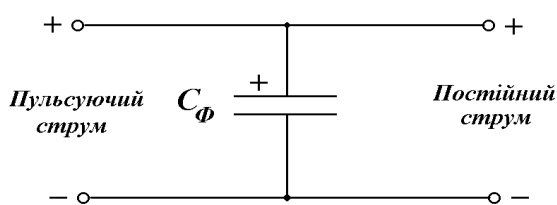


Рис. 2.19а. Схема фільтра для згладжування пульсацій електричного струму.

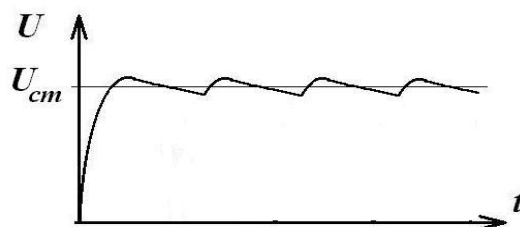


Рис. 2.19б. Вигляд осцилограми електричного струму після проходження через фільтр.

Наступною ланкою є стабілізатор. Він служить для захисту приладів від випадкового потрапляння в електромережу підвищеної напруги. Якщо уважно ознайомитися з вольт-амперною характеристикою напівпровідникового діода, то на ній можна побачити різке зростання провідності при певному значенні зворотної напруги на рис. 2.16. Якщо зібрати схему за рис. 2.20 ( $R$  – опір споживача,  $R_{\delta}$  – баластний резистор,  $VD$  – діод (стабілітрон КС147А),  $\varepsilon$  – джерело живлення з напругою  $\approx 5,5$  В), то при підвищенні допустимої напруги на споживачі, “відкривається” діод і шунтує його. Внаслідок цього напруга на споживачі не перевищує допустимого значення (значення, на яке розрахований конкретний стабілітрон, наприклад для КС147А вона становить 5,1 В.

Зауважимо що стабілітрон вмикається в коло у зворотному включенні, а діод – у прямому.

Основна властивість стабілітрона – змінювати власний опір під дією сили струму. Якщо струм збільшується, то опір зменшується і навпаки. Тому напруга на стабілітроні й відповідно, на споживачі залишаються практично незмінними. Зміна вхідної напруги викликає зміну напруги лише на баластному резисторі  $R_{\delta}$ . Якщо ж сила струму на споживачі змінюється, то, відповідно, повинна змінюватися і напруга на стабілітроні. Цього не відбувається, бо якщо сила струму через

споживача зростає, то через стабілітрон навпаки – падає. Загальна сила струму, що йде через ланцюжок “споживач-стабілітрон” залишається сталою, отже і напруга теж.

Отже, підсумовуючи вищесказане, загальну схему блока живлення можна зобразити таким чином, як це показано на рис. 2.21.

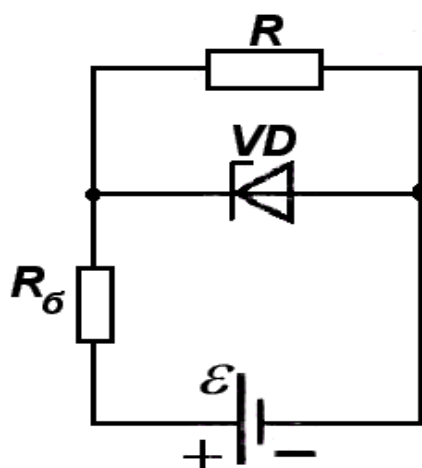


Рис. 2.20. Схема стабілізатора напруги.

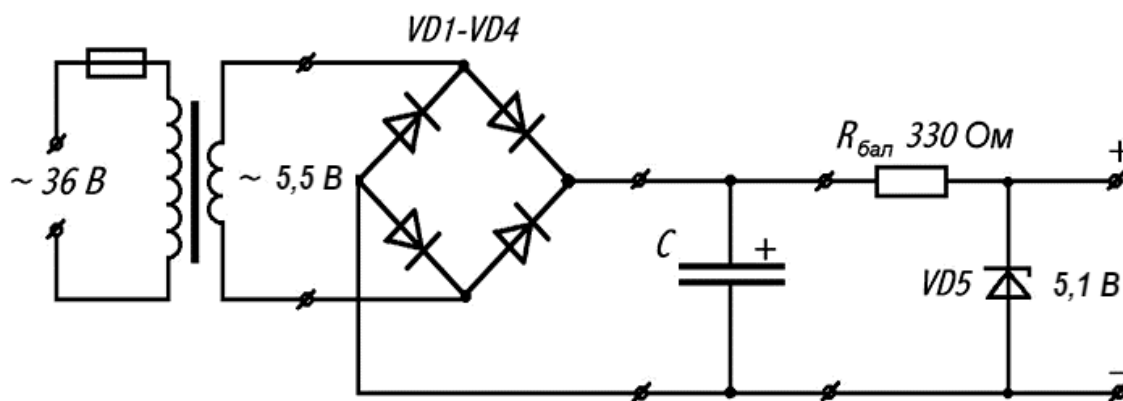


Рис. 2.21. Схема блока живлення.

Для полегшення збирання схем при проведенні навчального фізичного експерименту будемо використовувати макетну плату.

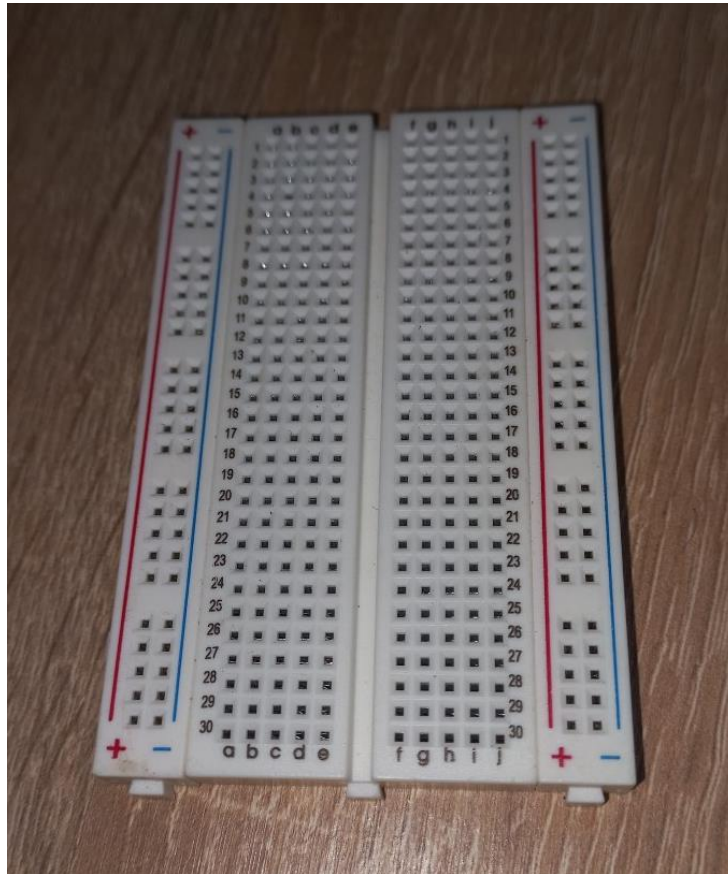


Рис. 2.22. Макетна плата, вигляд робочої поверхні.

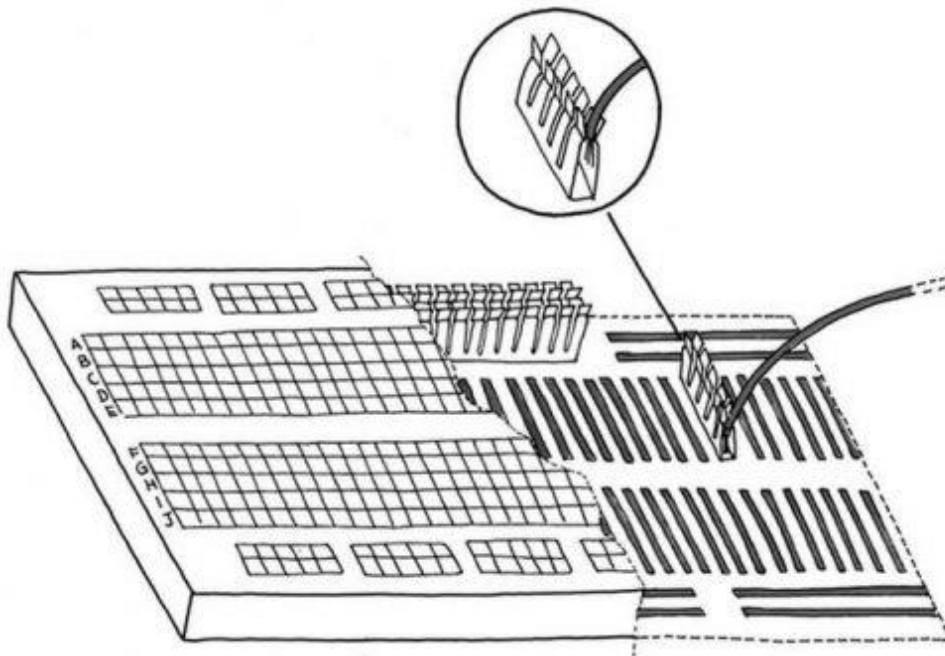


Рис. 2.23. Макетна плата, внутрішнє влаштування.

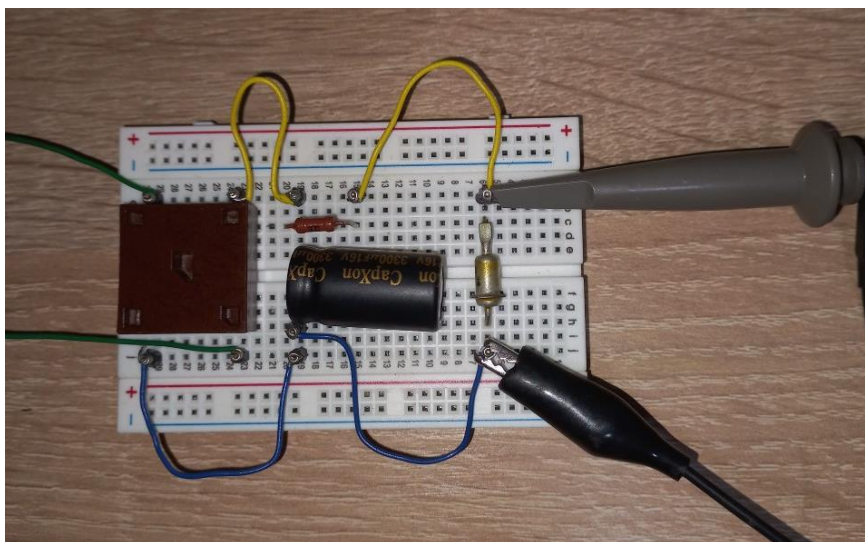


Рис. 2.24. Зібрана схема блока живлення.

Для спостереження графіків напруги на виході елементів блоку живлення необхідно спеціальний прилад – електронний осцилограф. В нашому випадку ми використаємо електронний осцилограф USB-приставку до персонального комп'ютера модель Hantek 6022BE.

*Цифровий електронний осцилограф Hantek 6022BE* – це складний універсальний вимірювальний прилад, за допомогою якого можна спостерігати графіки змінного струму та напруги й досліджувати різні коливальні процеси, вимірювати напругу, силу струму, частоту, різницю фаз змінних струмів. А програмне забезпечення яке використовується дає можливість повного керування приладом, а також забезпечує імпорту-експорт даних, математичну обробку сигналів, цифрову фільтрацію тощо.

Більш детально ознайомимося з можливостями які нам дає програмне забезпечення що використовується для роботи даного електронного осцилографа. Візуальний інтерфейс показаний на рис. 2.28.

Послідовність виконання робіт.

Завдання 1

*Ознайомлення з осцилографом та органами його керування.*

Для початку роботи з USB-приставку Hantek потрібно встановити

програмне забезпечення та драйвер, які знаходяться на диску, також їх можна завантажити з сайту виробника:

<http://www.hantek.com/download?key=yyrj&sid=0&pid=0&word=>

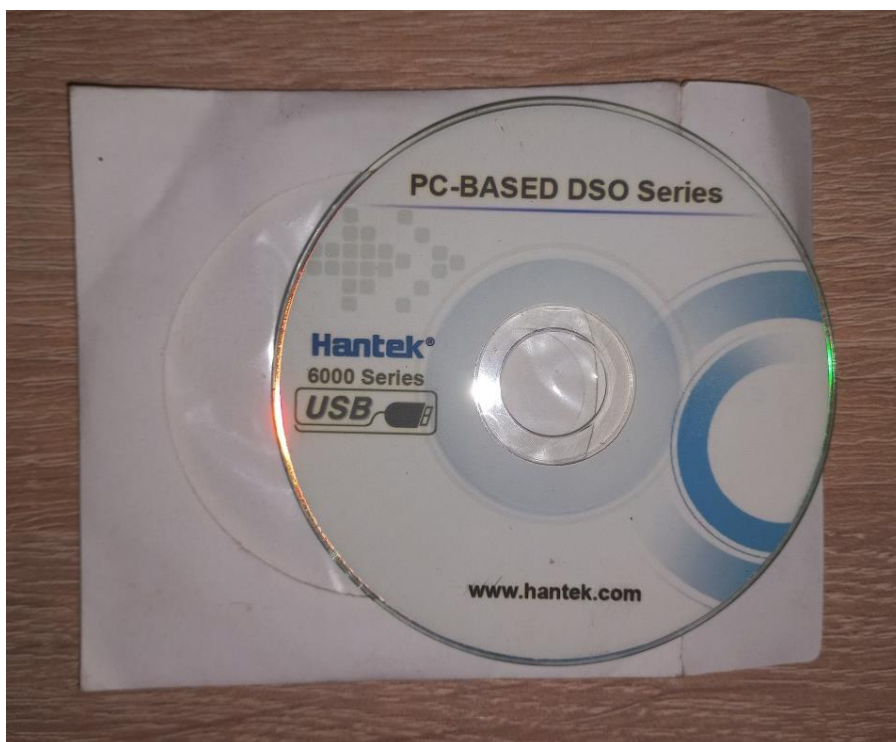


Рис. 2.25. Диск з програмним забезпеченням.

Диск з програмним забезпеченням та інструкцією.

Після встановлення програмного забезпечення необхідно пересвідчитись в тому, що драйвер та програмне забезпечення встановлено правильно.

Потрібно під'єднати USB-приставку Hantek до персонального комп'ютера за допомогою USB Y кабелю та відкрити диспетчер пристроїв на персональному комп'ютері та перевірити чи відображуються наш пристрій в цьому диспетчері на рис. 2.27.

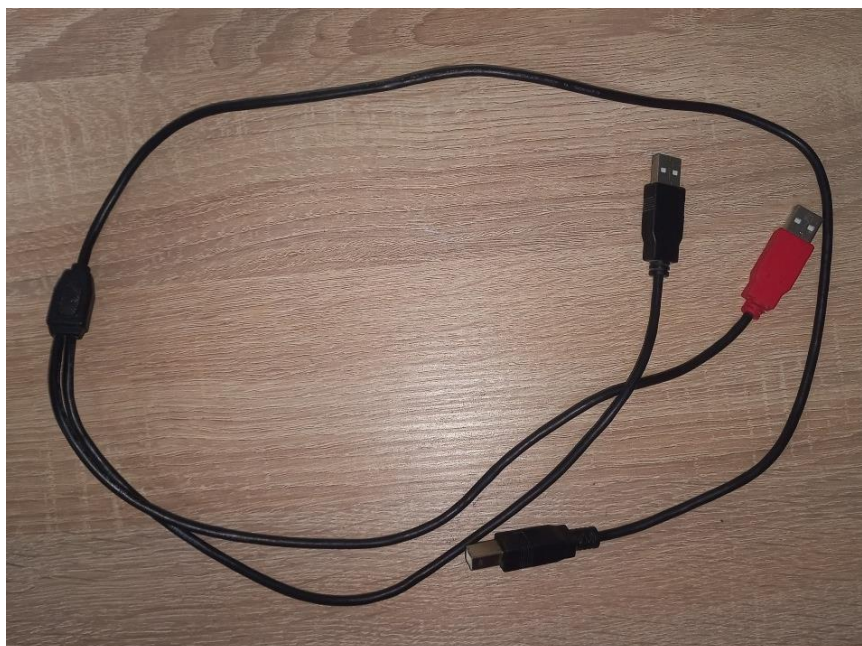


Рис. 2.26. Кабель типу USB Y для синхронізації та живлення пристрою.

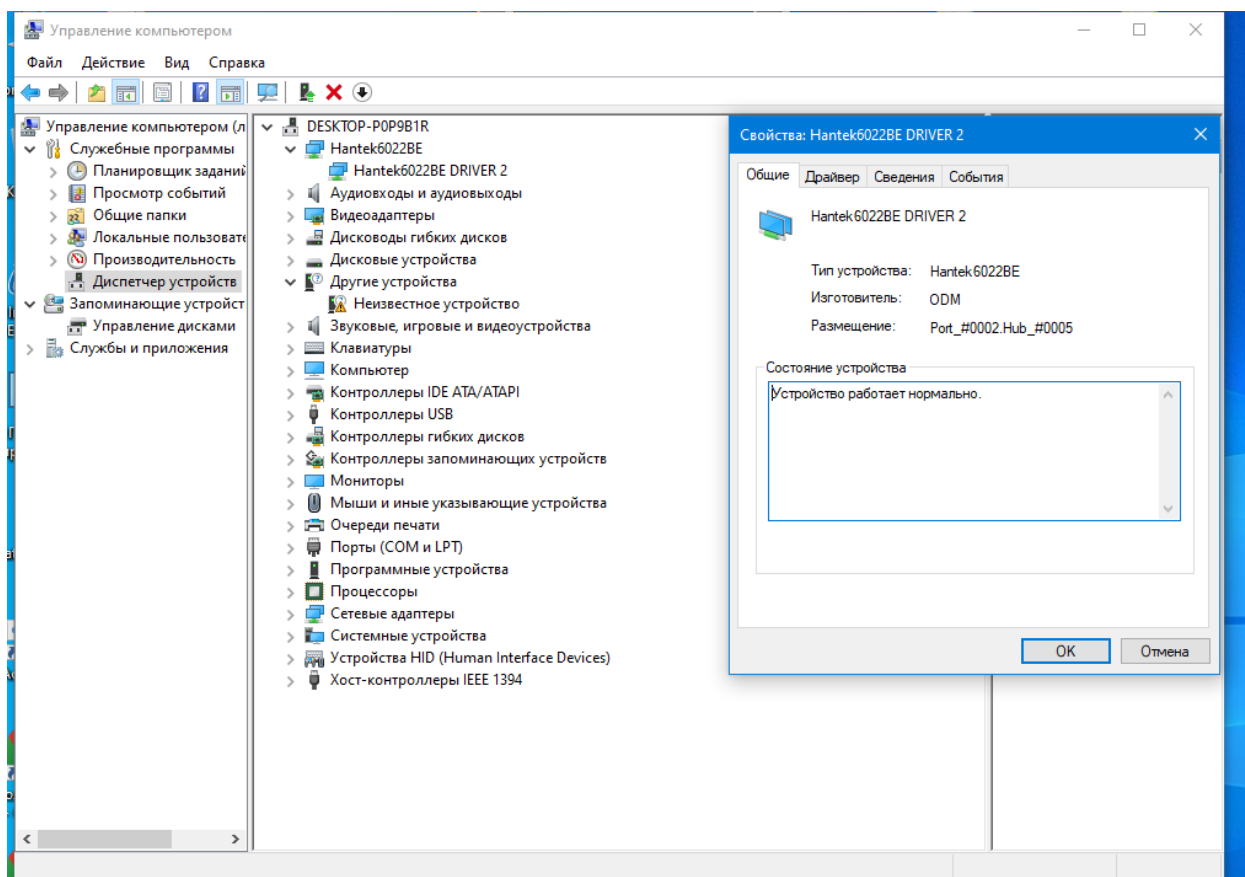
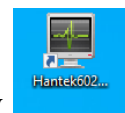


Рис. 2.27. Відкритий диспетчер пристроїв на персональному комп'ютері.



Якщо все добре, можна запуснути програму “клікнувши” по ярлику що з'явився на робочому столі персонального комп'ютера після встановлення програмного забезпечення.

Після запуску програми відкриється візуальний інтерфейс. Познайомимося з можливостями які він нам дає, та якими ми будемо користуватися під час виконання роботи.

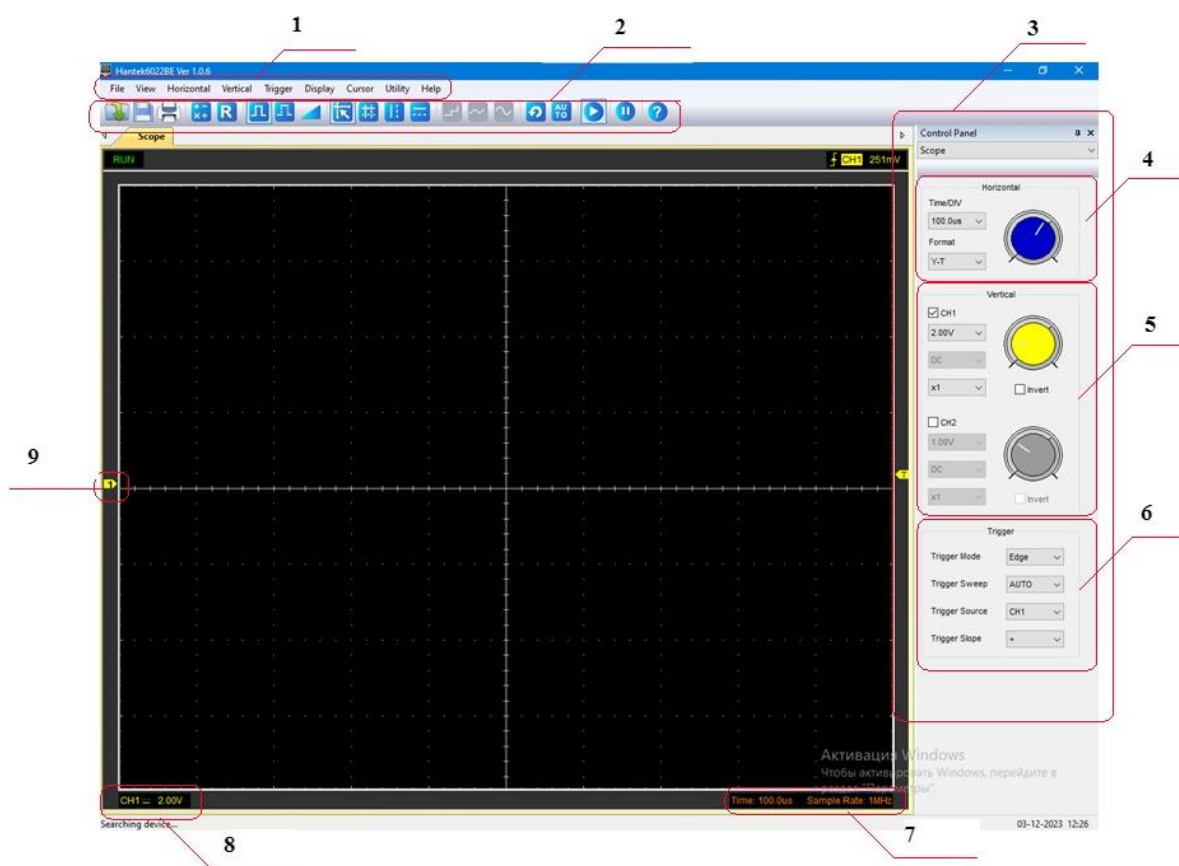


Рис. 2.28. Візуальний інтерфейс програмного забезпечення.

- 1) Головне меню (в головному меню знаходяться основні налаштування).
- 2) Панель управління.
- 3) Панель управління.
- 4) Панель налаштування горизонтального відхилення.  
Дає можливість змінювати формат час/под. на панелі.



5) Панель налаштування вертикального відхилення.

Дає можливість включати/виключати канали CH1/CH2, крім того, можна змінювати значення вольт/под. каналів CH1/CH2. Також є функція інверсії сигналу (режим “invert”).

6) Панель системи синхронізації.

В цій панелі можна змінювати режим, розгортку, джерело і нахил синхронізації.

7) Відображається налаштування частоти дискретизації, та основні налаштування розгортки по часу.

8) Відображається інформація про канал який активовано, показує коефіцієнти вертикального масштабування сигналу.

9) Маркер що показує нульовий рівень відображуваного сигналу. Якщо маркер відсутній канал не відображується. Маркер дає можливість виставляти нульовий рівень сигналу, пересуваючи його вгору або вниз.

*Спостереження осцилограми напруги змінного струму.*

*Завдання.*

1. Ознайомтесь з будовою трансформатора і схемою з'єднання його секцій.

2. До затискачів з позначенням «5,5 В» вторинної котушки трансформатора приєднайте резистор на 1 кОм. Для дослідження напруги на ньому зберіть схему та приєднайте до входу осцилографа рис. 2.31., на рис. 2.32. При цьому дільник на щупі потрібно поставити в положення X10 на рис. 2.30., трансформатор встановіть далі від осцилографа.



Рис. 2.29. Щуп з дільником 1x10, PP-80 до осцилографа.

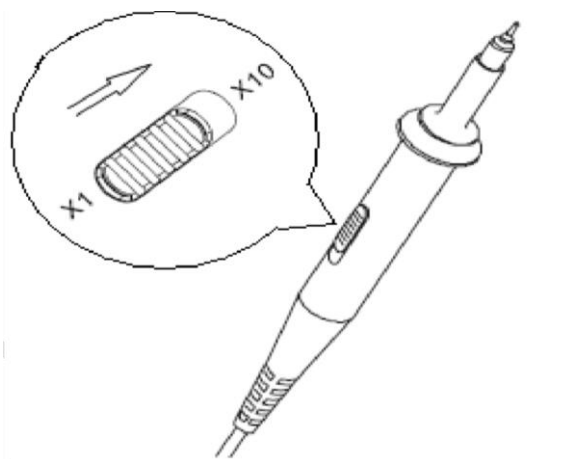


Рис. 2.30. Положення повзунка дільника на щупі осцилографа.

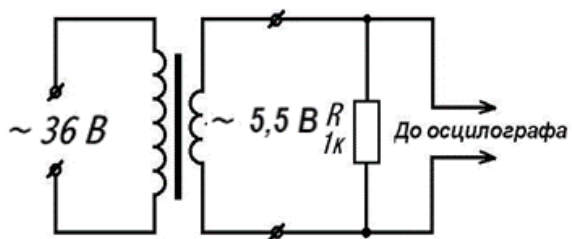


Рис. 2.31.

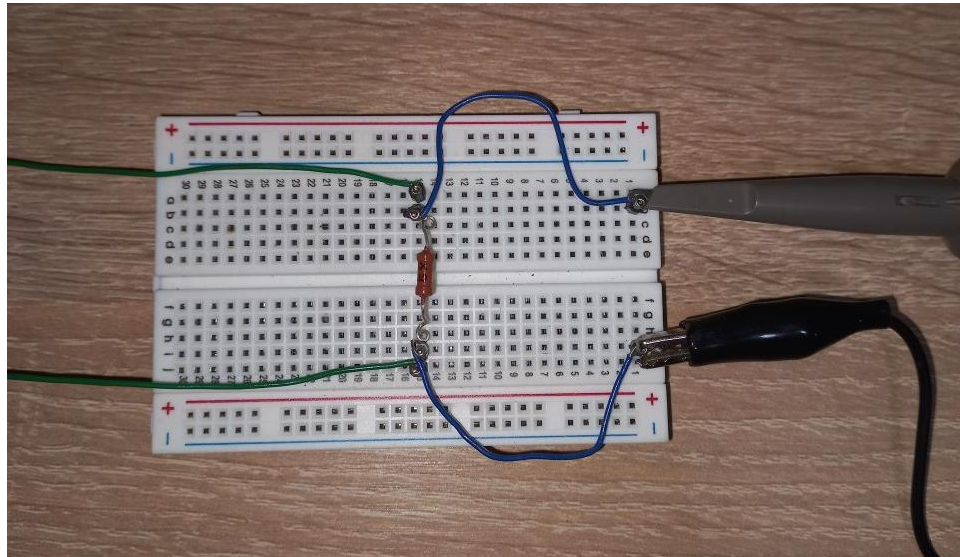


Рис. 2.32. Вигляд зібраної схеми.

3. Після дозволу вчителя первинну обмотку трансформатора з'єднайте з джерелом ( $U = 36 \text{ В}$ ). Спостерігайте за коливаннями променя що відображуються на екрані на рис. 2.33.

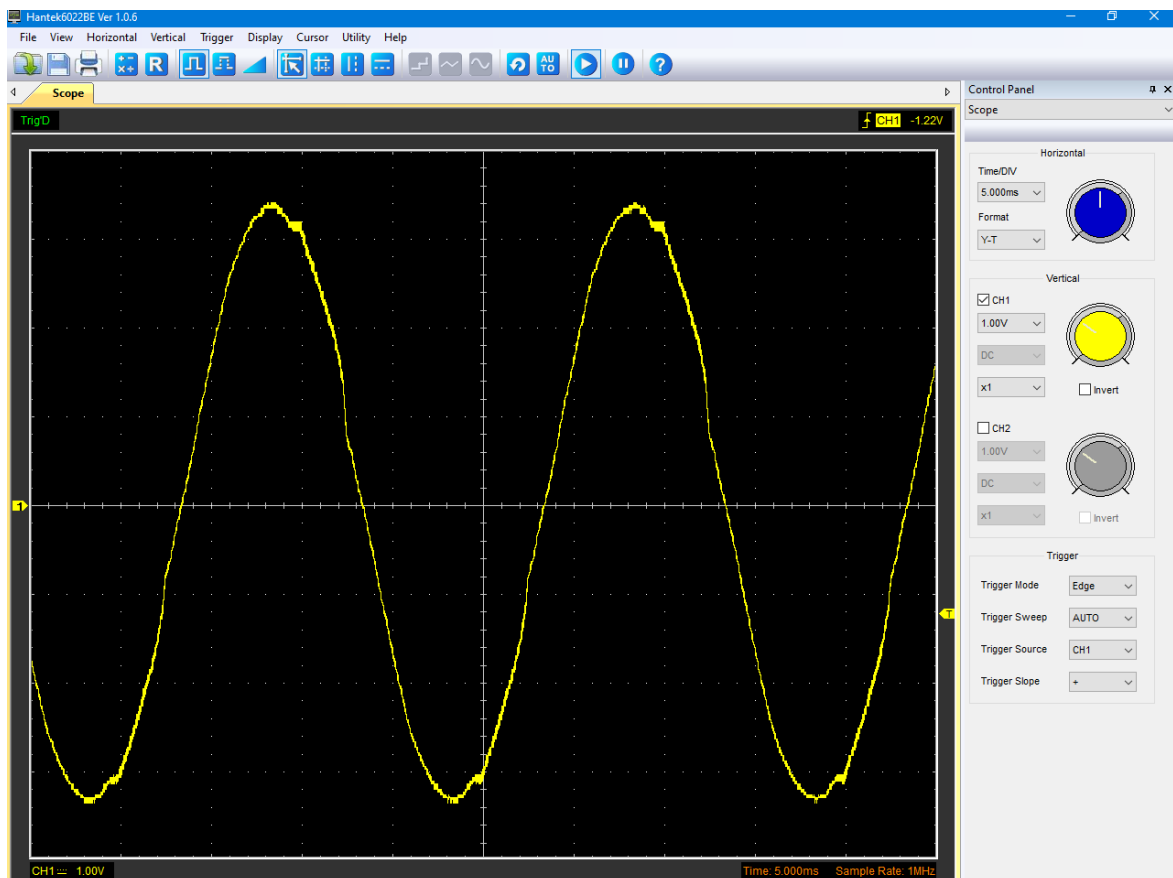


Рис. 2.33. Синусоїдальні коливання змінної напруги.

Скористайтесь панеллю управління № 3 на рис. 2.34., потрібно встановити такі значення вертикального та горизонтального відхилення променя, щоб на екрані утворився один або кілька періодів синусоїди.

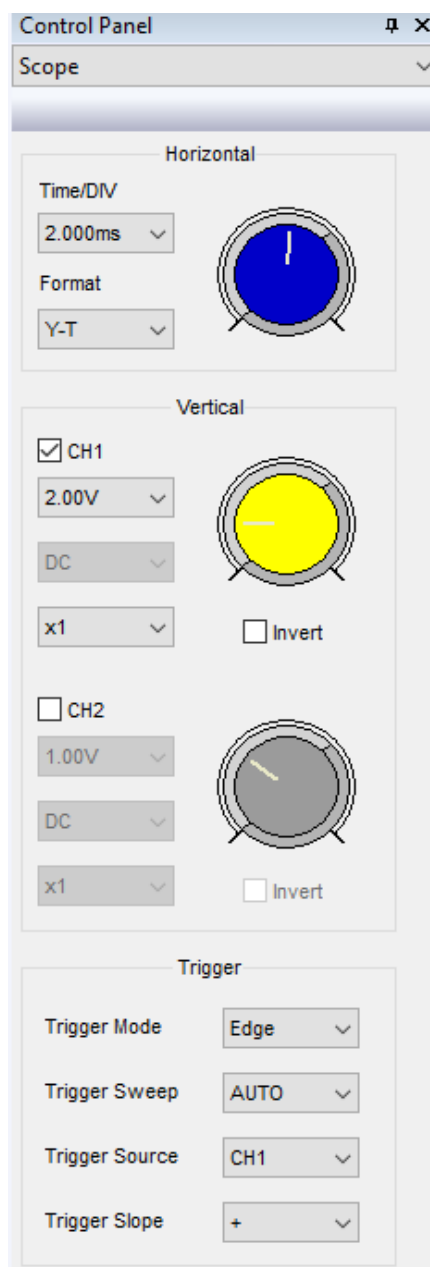
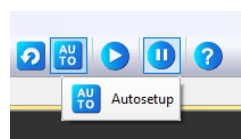
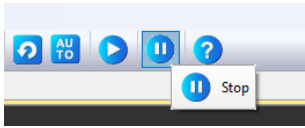


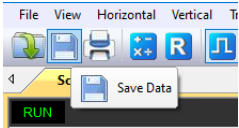
Рис. 2.34. Панель управління №3.



Або натисніть кнопку «Autosetup» яка знаходиться на панелі управління №2, тоді програма автоматично підбере та встановить самі оптимальні

значення для вимірювання. Потім натисніть кнопку «Stop»,  щоб програма зупинила вимірювання.

Збережіть результати вимірювання у файлі формату «jpg», натиснувши

кнопку «Save Data»,  через те, що наш осцилограф двох променевий, програма запитає дані якого променю потрібно зберегти на рис. 2.35, в наступному діалоговому вікні потрібно ввести ім'я файлу, вибрати формат у якому треба зберегти файл, в нашому випадку це формат «jpg» та вибрати місце де файл буде збережено на рис. 2.36.

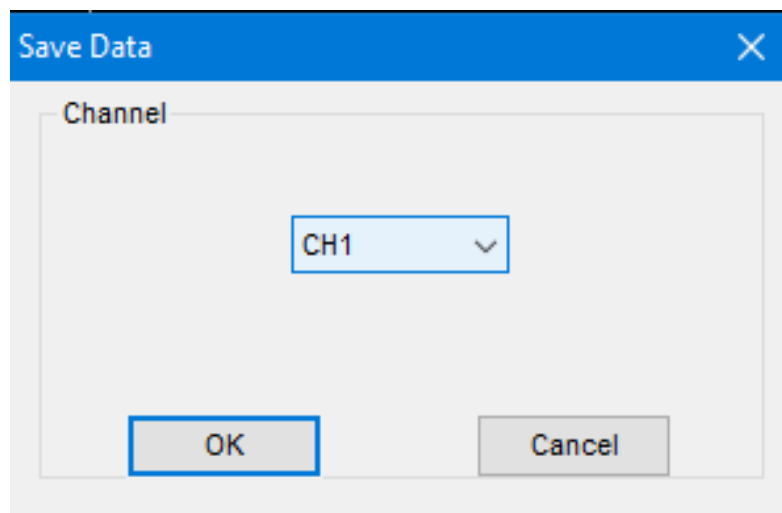


Рис. 2.35. Діалогове вікно для вибору параметрів.

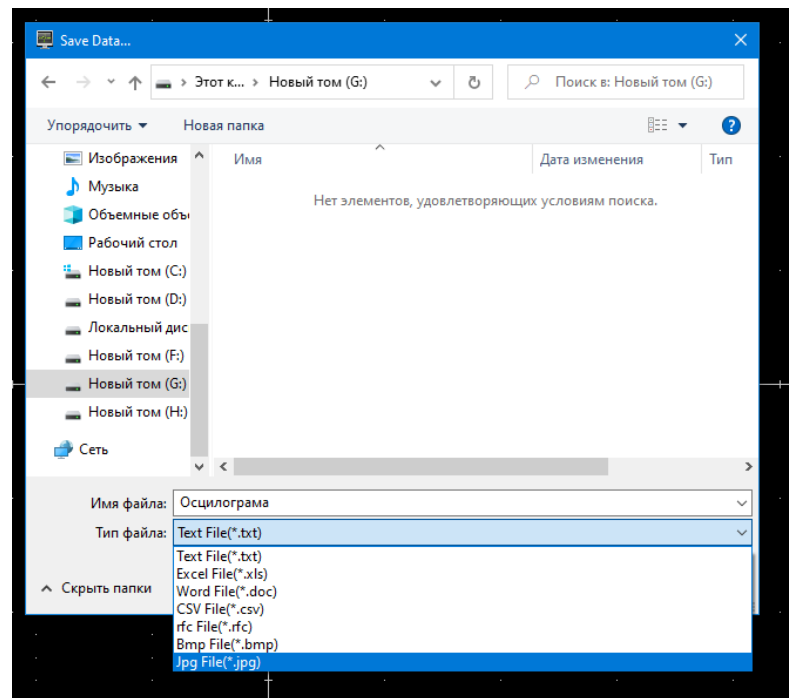


Рис. 2.36. Діалогове вікно для вибору параметрів.

Вимкніть трансформатор і від'єднайте щуп осцилографа.

*Завдання 2.*

*Спостереження осцилограм напруги при одно і двопівперіодному випрямленні змінного струму.*

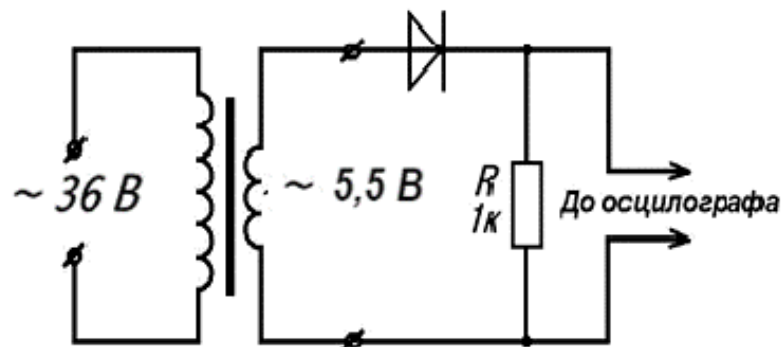


Рис. 2.37.

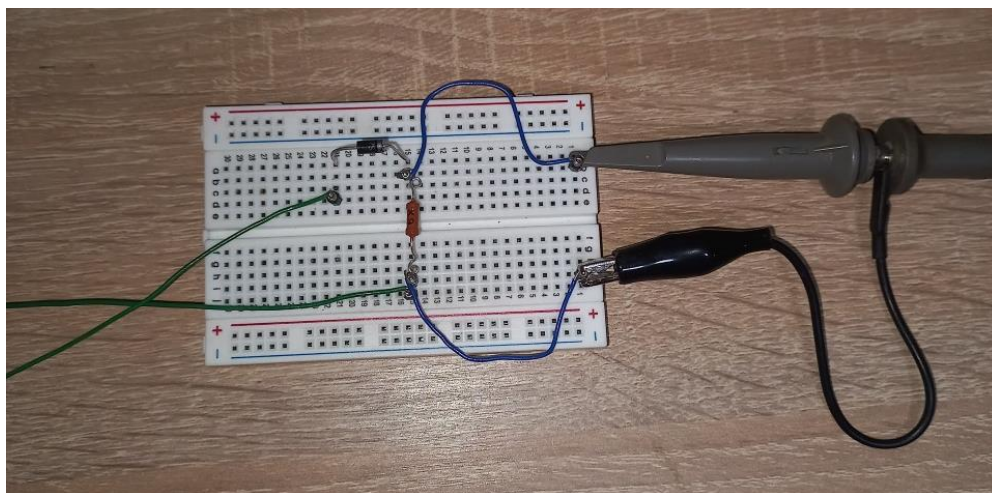


Рис. 2.38. Вигляд зібраної схеми.

1. Складіть електричне коло за схемою, яку зображено на рис. 2.37 - 2.38. Для цього вторинну котушку трансформатора приєднайте до входу панелі з однопівперіодним випрямлячем. Вихід випрямляча приєднайте до входу осцилографа. Після дозволу вчителя первинну обмотку трансформатора з'єднайте з джерелом ( $U = 36 \text{ В}$ ). Натисніть кнопку «Autosetup». Спостерігайте осцилограму випрямленої напруги на рис. 2.39.

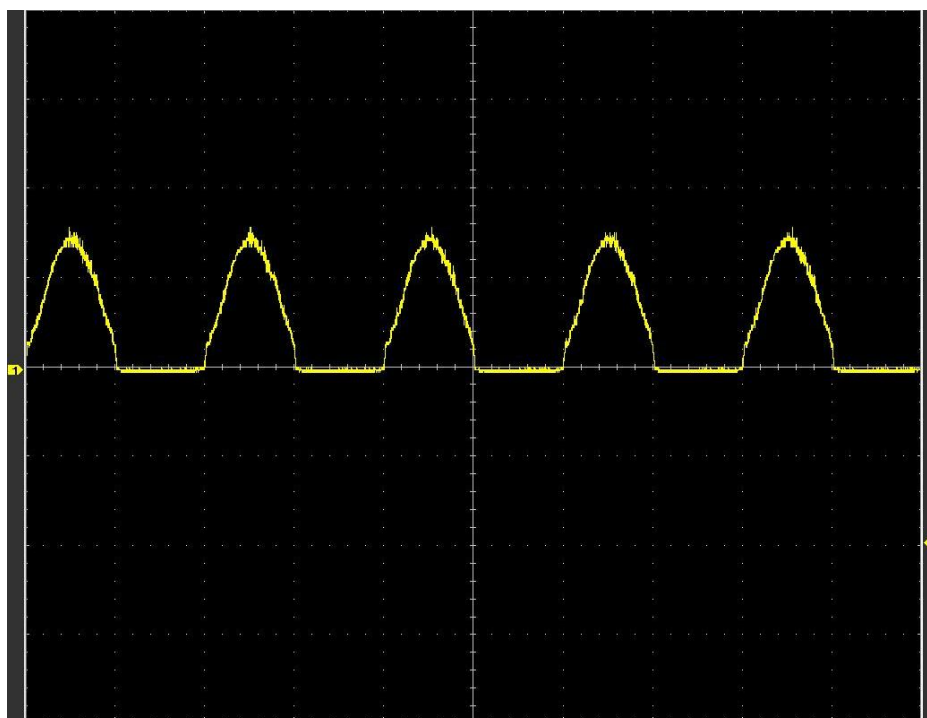
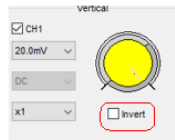


Рис. 2.39. Осцилограма випрямленої напруги.

**Примітка.** Якщо на осцилографі будуть спостерігатися від'ємні півхвилі,



то активуйте режим «invert».

Збережіть результат вимірювання у файлі формату «jpg».

2. Зберіть схему що зображена на рис. 2.40. Замість однопівперіодного випрямляча встановіть діодний місток. Спостерігайте осцилограму випрямленої напруги на рис. 2.41.

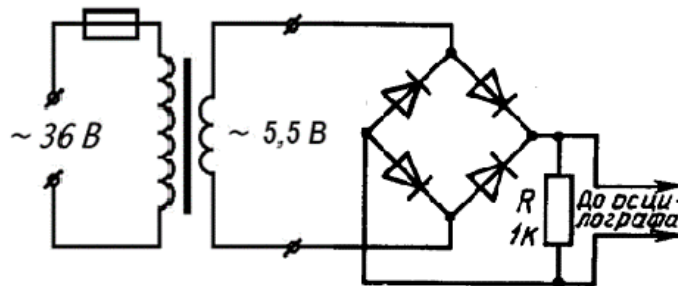


Рис. 2.40.

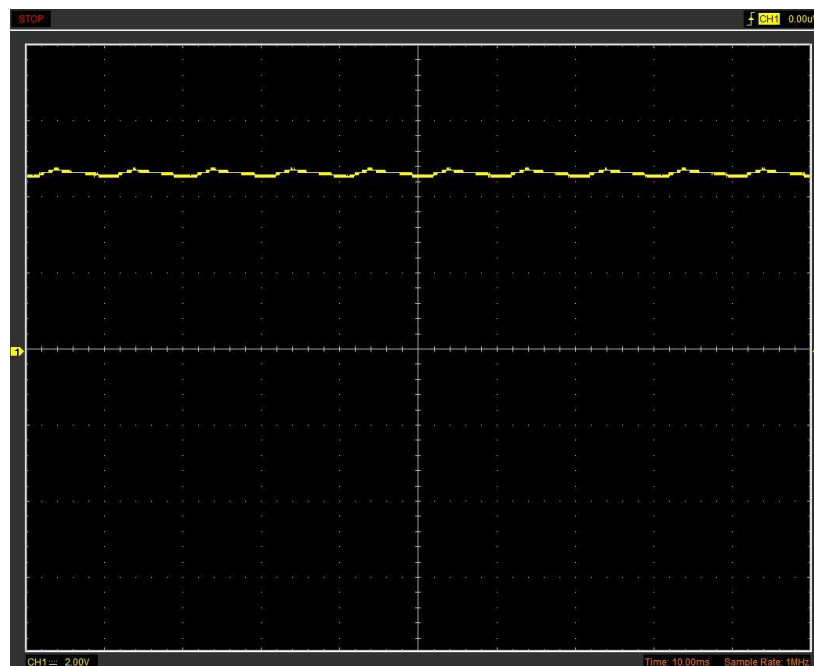


Рис. 2.41. Осцилограма випрямленої напруги

3. Зробіть вимірювання та збережіть результат.
4. Додайте в схему конденсатор і спостерігайте згладжування пульсацій.
5. Збережіть результат.



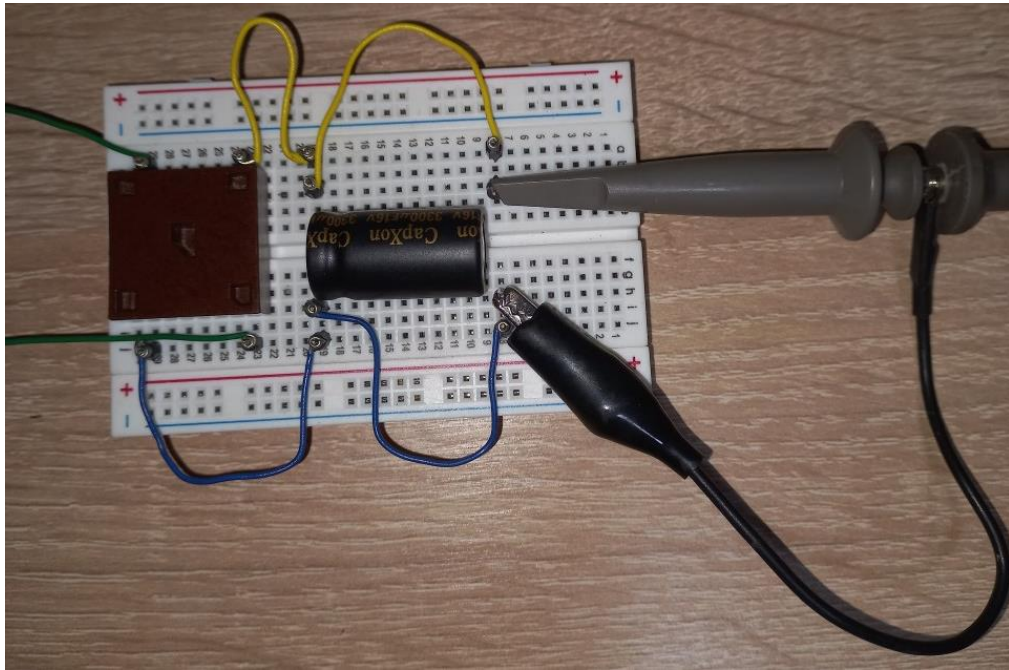


Рис. 2.42. Вигляд зібраної схеми.

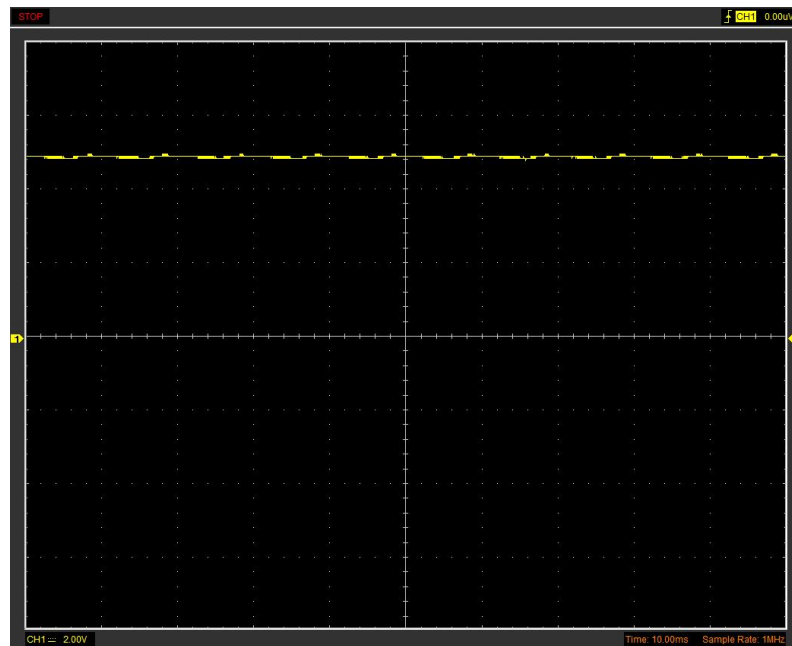


Рис. 2.43. Осцилограма випрямленої та відфільтрованої напруги.

### Завдання 3.

*Спостереження осцилограми напруги при стабілізації пульсуючої напруги.*

1. Складіть електричну схему, зображену на рис. 2.21 та 2,44. В якості баласту, використовуйте резистор опором 330 Ом. В якості стабілізатора використовуйте стабілітрон КС147А, розрахований на напругу стабілізації 4,7 В ( $\pm 0,33$ V).

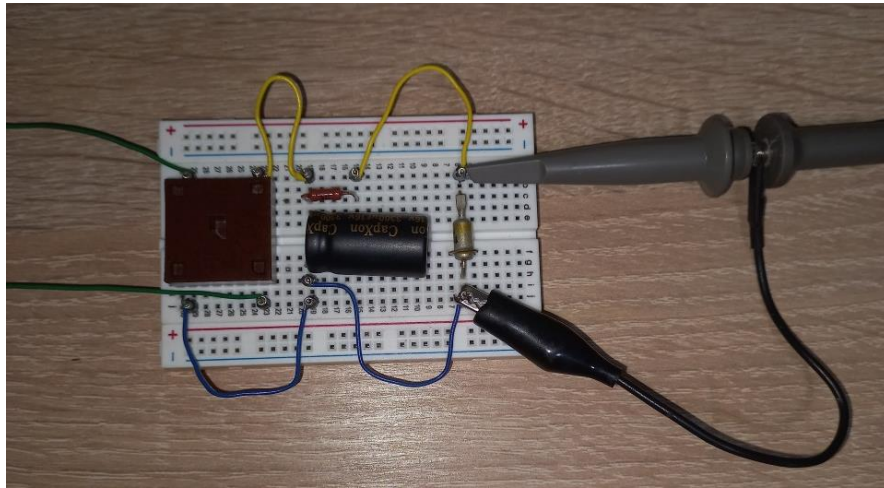


Рис. 2.44. Вигляд зібраної схеми.

2. Зробіть вимірювання, спостерігайте осцилограму випрямленої та стабілізованої напруги.
3. Збережіть результат. Порівняйте його з попереднім.



Рис. 2.45. Осцилограма випрямленої та стабілізованої напруги.

4. Розберіть схему.
5. Зробіть висновки.

## 2.5. Досліди з осцилографом для підвищення зацікавленості учнів

Проведемо декілька дослідів.

### 1. Дослід з мікрофоном.

Під'єднаємо мікрофон до щупа осцилографа і будемо спостерігати як змінюється осцилограма. Якщо мембрана мікрофона знаходиться в стані спокою, то ми будемо бачити на екрані рівну лінію (“голочки” що відходять від променя ввєрх та вниз, це електромагнітні наводки від електричних приладів які вловлює котушка в мікрофоні на рис. 2.46.

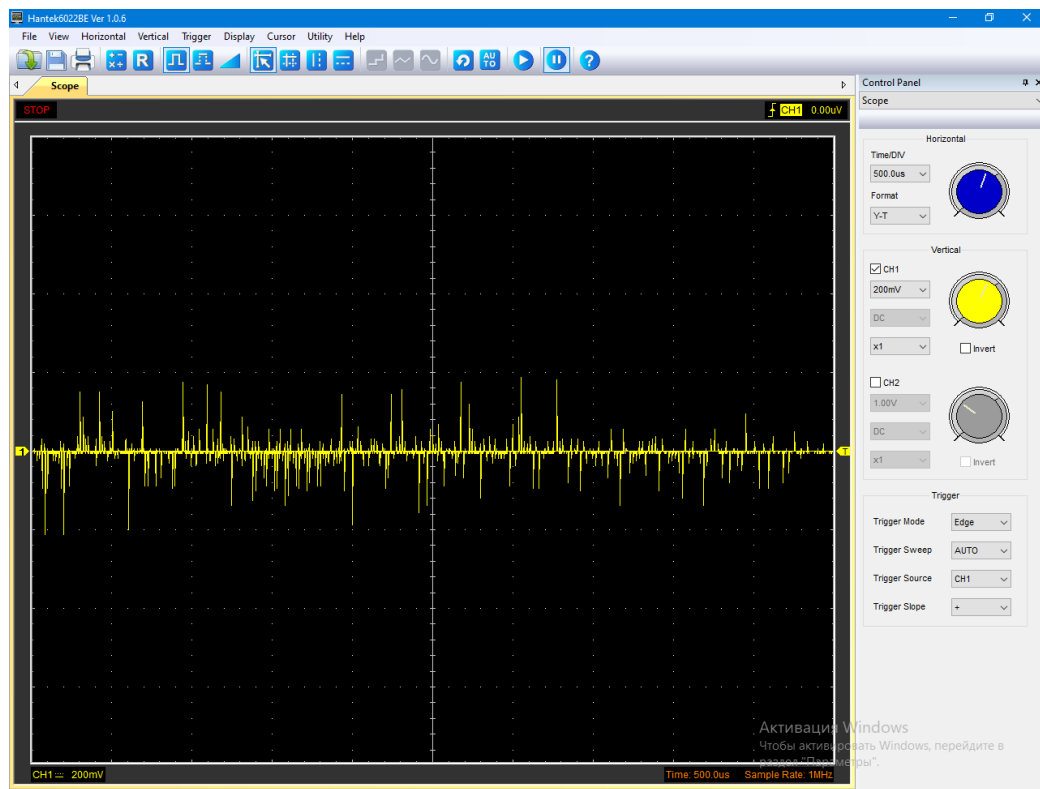


Рис. 2.46. Електромагнітні наводки що фіксуються осцилографом.

Якщо почати говорити в мікрофон, вимовляючи голосні букви *а,о,у,и,і*, то ми побачимо, що осцилограма зміниться на рис. 2.47. Це перетворення звукових хвиль на електромагнітні коливання які відбуваються в мікрофоні та реєструються осцилографом.

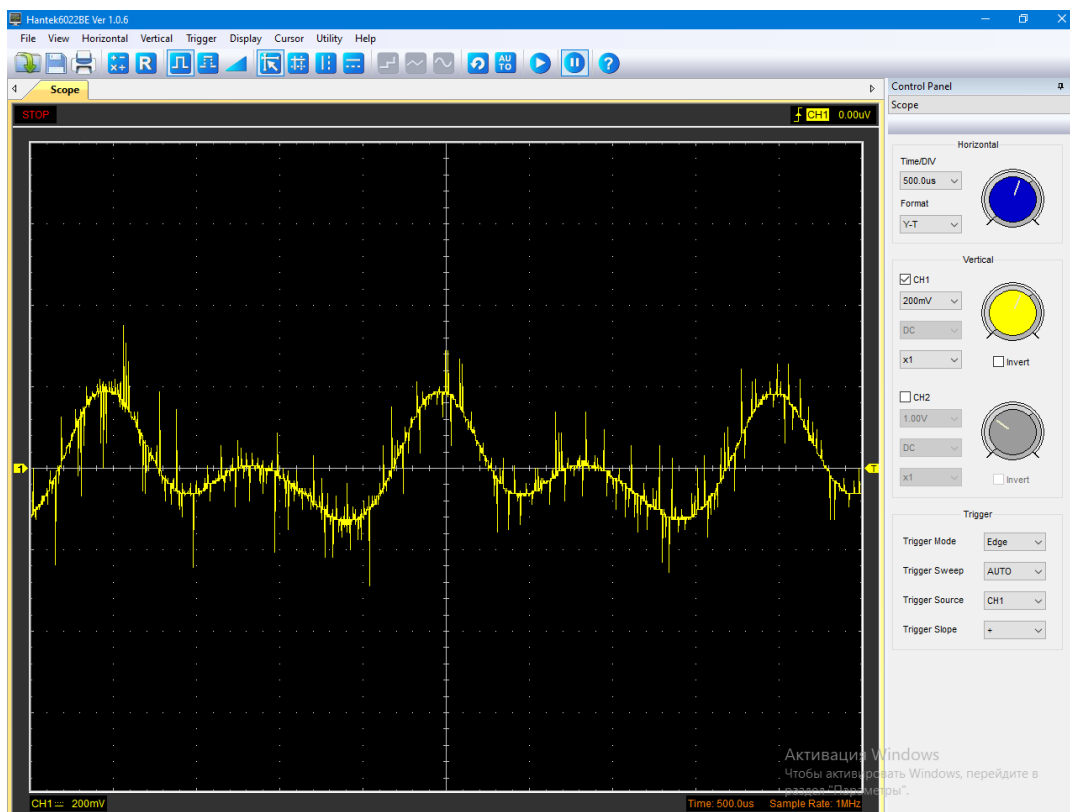


Рис. 2.47. Осцилограма звукових хвиль.

## 2. Демонстрація прямокутних імпульсів за допомогою вбудованого в осцилограф генератора

Під'єднаємо щуп осцилографа до контактів калібрувального вбудованого генератора з частотою 1 кГц, які знаходяться на передній панелі осцилографа.

Під'єднавши щуп ми можемо спостерігати на екрані прямокутні імпульси на рис. 2.48. Вони кардинально відрізняються від всіх коливань які ми досліджували раніше та мали змогу візуально спостерігати за допомогою осцилографа. Прямокутні імпульси мають відмінну від синусоїдальних коливань форму та природу виникнення.

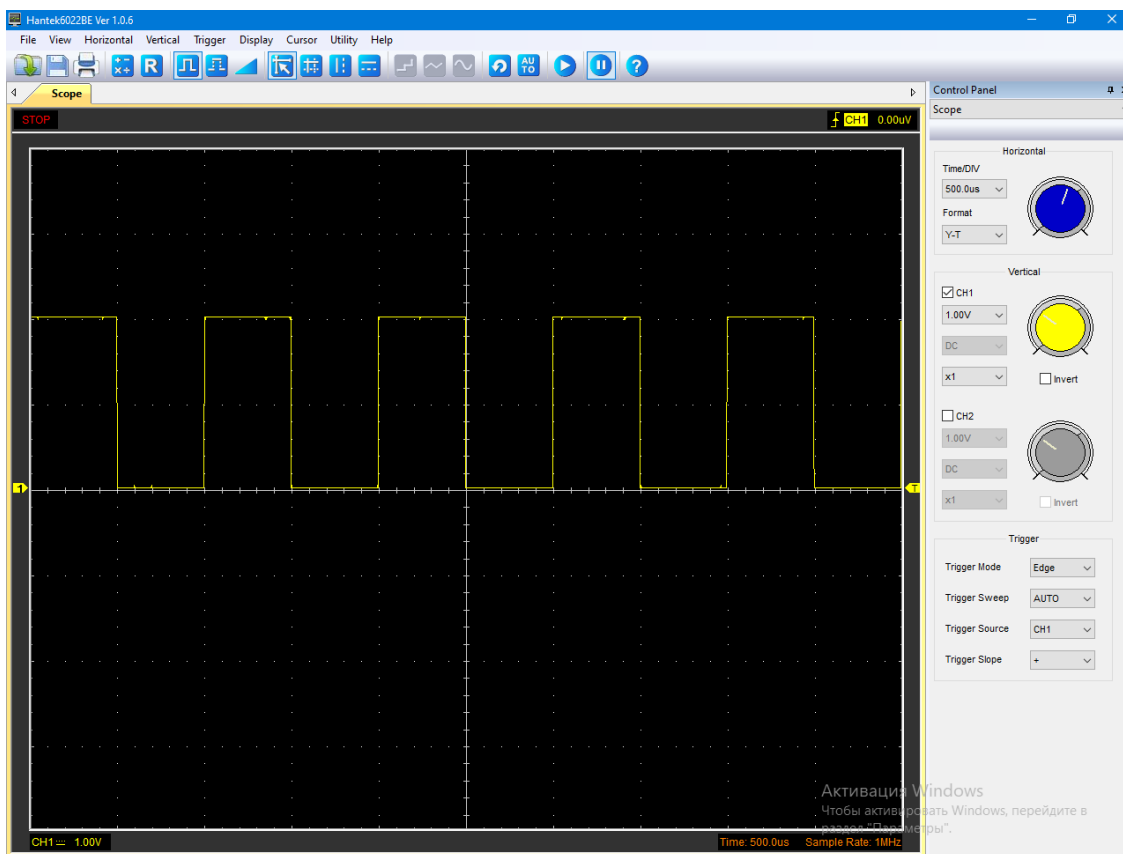


Рис. 2.48. Осцилограма прямокутних імпульсів.

## 2.6. Висновки після проведеної роботи з осцилографом

Отже, після знайомства з осцилографом побудованим на основі мікроконтролера та після проведених досліджень за допомогою осцилографу, ми можемо зробити висновки.

Електронний осцилограф це прилад, який використовується для вимірювання і відображення електричних сигналів. Він має ряд переваг перед іншими методами вимірювання електричних сигналів, включаючи:

1. Висока точність і чутливість. Електронні осцилографи можуть вимірювати сигнали з дуже високою точністю і чутливістю. Це дозволяє їм реєструвати навіть дуже слабкі сигнали.

2. Широкий діапазон частот. Електронні осцилографи можуть працювати в широкому діапазоні частот, від постійного струму до надвисоких частот. Це дозволяє їм використовуватися для дослідження широкого спектру електричних сигналів.

3. Зручність використання. Електронні осцилографи є відносно простими у використанні. Вони мають ряд функцій, які полегшують вимірювання та аналіз електричних сигналів.

У промисловості електронні осцилографи використовуються для діагностики й ремонту електронних схем. Вони дозволяють інженерам візуально побачити форму сигналів, що проходять через схеми, що допомагає їм виявляти й усувати несправності. У наукових дослідженнях електронні осцилографи використовуються для вивчення електричних властивостей матеріалів і пристроїв. Вони дозволяють вченим бачити, як електричні сигнали змінюються в часі, що допомагає їм краще зрозуміти фізичні процеси, що відбуваються в матеріалах і пристроях. У освіті електронні осцилографи використовуються для навчання студентів основам електроніки. Вони дозволяють студентам візуально спостерігати за електричними сигналами, що допомагає їм краще зрозуміти принципи роботи електричних схем.

Електронні осцилографи є цінним інструментом для широкого спектру застосувань. Вони пропонують високу точність, чутливість, широкий діапазон частот і зручність використання, що робить їх незамінними для багатьох завдань.

Існує декілька видів коливань, у них різна природа походження. Також ми можемо змінювати їхню форму та величину, а осцилограф допомагає нам за цим процесом спостерігати.

Осцилограф побудований на основі мікроконтролера займає вигідніше положення, бо має ширші можливості та низку переваг, яких не має звичайний шкільний осцилограф побудований за класичною схемою.

## 2.7. Методичні рекомендації для вчителів щодо застосування сучасних засобів мікроелектроніки

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується високою динамікою науково-технічного прогресу, який супроводжується заміною застарілих технологій сучасними. Успішні результати європейського освітнього та наукового простору стимулюють реформування нашої освіти, впроваджуючи інновації, серед яких значне місце посідають сучасні засоби. Є низка проєктів Міністерства та Комітету цифрової трансформації та Міністерства освіти і науки України спрямовані на активізацію ініціатив щодо формування цифрових компетентностей, які є складовими реформи української освіти та основою ґрунтовної національної політики змін. Проте спостерігається значна дистанція між розвитком суспільства та рівнем володіння сучасними технологіями, а наукові дослідження ще недостатньо досліджують проблему вибору ефективних засобів формування нових компетентностей [15].

Є багато засобів навчання, серед яких можна виділити сучасні лабораторні комплекси, які використовують вчителі фізики. Тільки от вартість такого обладнання має високу ціну, тому актуальною та ефективною є альтернатива – модернізація наявного лабораторного обладнання сучасними цифровими програмно-технічними компонентами, використання яких позитивно впливає на формування сучасної компетентності учнів. Зробивши аналіз публікацій в цій сфері, можна дійти висновку, що проблеми формування цифрової компетентності учнів та вчителів розглядало багато науковців такі як: Т.В. Бодненко, В.Ю. Биков, О.П. Буйницька, О.В. Овчарук, М.І. Жалдак, А.Б. Кочарян, О.С. Кузьменко, Н.В. Морзе, М.В. Носкова, О.М. Спирін, Ю.В. Триус, О.С. Кузьменко та інші [21]. Визначенням рівня сформованості різного виду компетентностей присвятили дослідження І.А. Адаєв, К.О. Кашкарова, Ю.О. Жук, О.П. Пінчук, М.І. Садовий, Н.А. Мислицька [25], О.М. Трифонова [27]. Проблеми удосконалення навчального фізичного експерименту досліджували В.П. Вовкотруб, О.І. Жила, С.П. Величко, Л.Р. Калапуша, Є.І. Коршак, В.В. Мендерецький, Б.Ю. Миргородський, І.Г.

Мірошниченко, О.О., А.В. Касперський Чінчой, І.С. Чернецький та багато інших науковців [12]. У більшості наукових публікацій описується вдосконалення навчального фізичного обладнання та встановлення нових конструкцій, які сприяють формуванню фізичних уявлень, розумінню наукових методів фізичних досліджень, встановленню функціональних залежностей між відповідними фізичними величинами. Окремі роботи присвячено використанню електронної техніки та комп'ютерної техніки, розглянуто шляхи підвищення ефективності навчального фізичного експерименту на основі вимог сучасних освітніх технологій.

Розвиток здатності вміло користуватися цифровими технологіями є одним з аспектів "цифрової грамотності". Але сьогодення вимагає нового рівня набуття професійної компетентності, де використання цифрових інструментів у поєднанні з традиційними методами є основою для формування цифрової грамотності вчителів та учнів. Як свідчить аналіз досліджень вітчизняних і закордонних науковців, проблеми формування цифрової компетентності, особливо в процесі модернізації та оновлення використання фізичного навчального експерименту, потребують більш детального вивчення. Дослідження найголовніших освітніх завдань людини у ХХІ столітті, з ним пов'язане її подальше навчання, розвиток, успішність життєвої траєкторії. Одним із важливих напрямків освітньої політики сьогодні є процеси інформатизації навчання. Особливо це стосується інформатичних дисциплін та дисциплін природничо-математичного циклу, в процесі опанування яких цифрові технології відіграють все більшу роль. Неможливо не звернути увагу на стрімкий розвиток техніки. Це свідчить, що оволодіння навичками роботи з сучасними засобами мікроелектроніки є важливим складником у формуванні цифрової компетентності вчителів, та важливим чинником їх повноцінного розвитку як фахівців. Для нашої країни, де відбувається освітня реформа, особливо важливим завданням є запровадження у процес навчання і професійного розвитку вчителів засоби мікроелектроніки, з метою формування цифрових компетентностей вчителів на високому рівні, згідно з



вимогами сьогодення. Однією з нагальних потреб розвитку науково-технічної освіти є формування цифрової компетентності з засобами мікроелектроніки. Цей освітній потенціал незвичайно високий, тому він й постає важливим складником цифрової компетентності сучасного фахівця. Він стрімко поширюється в багатьох галузях діяльності освіти. Проблема використання засобів мікроелектроніки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів, питання розвитку технічного та творчого мислення завдяки такій діяльності висвітлюється у працях багатьох науковців та педагогів.[15] За допомогою запровадження засобів мікроелектроніки у процес навчання є можливість поступово сформувати комп'ютерно-орієнтоване суспільство. Особливо дієвим для досягнення даної цілі на цьому етапі можна вважати радіотехнічне та робототехнічне конструювання з використанням певного програмного забезпечення комп'ютерної техніки та елементної стандартної бази сучасної мікроелектроніки. Якщо казати про загальноосвітні школи (і таких досить багато), там можна лише почути ці слова «Мікроелектроніка» або «Мікропроцесор». Ці школи працюють ще за старою програмою та не знають як працювати з нововведенням, бо це є і «страшно» та водночас і дуже «цікаво». Страх – невміння, незнання, невпевненість в користуванні цими засобами. Також є мало вчителів охочих і готових почати майже з нуля вивчати ці засоби, тому що – це дуже кропітка робота, потрібно знати досить багато розділів і дисциплін, а найголовніше – вміти пояснити це все дітям так, щоб вони зрозуміли і хотіли цим займатись далі.

## ВИСНОВКИ

Відповідно до завдання поставленого на початку дослідження, нами було проаналізовано науковиві та навчально-методичні джерела, шкільну навчальну програму та підручники з фізики, виявлено засоби якими вивчають фізику, проаналізовано навчальні засоби якими проводиться фізичний експеримент на уроках фізики в школі.

За навчальними програмами з фізики для, 10-11[28],[29]. класів авторського колективу під керівництвом Ляшенка О. І. та авторського колективу під керівництвом Локтева В. М., навчання фізики відбувається за двома навчальними рівнями: рівень стандарту і профільний рівень.

Підручники які рекомендовані Міністерством освіти і науки України, матеріали викладено доступно для розуміння учнями, є багато ілюстрацій фізичних явищ.

Було виявлено, що навчальний фізичний експеримент являється водночас методом навчання, видом наочності та джерелом знань. Він служить для демонстрації явищ, візуалізації демонстрованого фізичного закону. Навчальний експеримент не може існувати і розвиватися сам по собі. Він створюється й удосконалюється відповідно до розвитку школи і методики викладання фізики як частини педагогічної науки. Обов'язковим при проведенні шкільного фізичного експерименту є дотримання правил безпеки. Система навчального фізичного експерименту це сукупність найважливіших фактів, експериментальних методів фізики, що включають технічні засоби: установки, прилади, матеріали, аудіовізуальні засоби, видів експерименту також організаційних форм навчання, виховання і розвитку учнів.

Зрозуміло,що з поміж усіх факторів педагогічного процесу є один з найважливіших, раціональне використання часу. Вчителю потрібно стежити, щоб темп виконання досліду був відповідим темпу сприймання учнями

демонстраційного матеріалу. Багато дослідів які проводяться при вивченні фізики доволі громіздкі і складні для виконання, тому залучення комп'ютерної техніки та засобів мікроелектроніки, при проведенні експериментів буде раціональним. Одною з методичних вимог, які пред'являються при проведенні демонстраційних дослідів є їх надійність. Крім того, будь-який дослід повинне здійснюватись при суворому дотриманні правил техніки безпеки. Комп'ютер та засоби мікроелектроніки можуть бути незамінними помічниками у цьому. При використанні таких засобів в експериментально-дослідній роботі можна відмітити такі покращення: програмні засоби дозволяють використовувати методи, які зменшують накопичення помилок при обробці та обчисленні проміжних значень, роблячи результати більш точними та надійними.

Є актуальним питання щодо методики проведення фізичного експерименту, тому навчальний фізичний експеримент вимагає удосконалення. Тому для вирішення цього питання в другому розділі нашого дослідження нами було запропоновано удосконалити навчальний фізичний експеримент засобами мікроелектроніки. А саме, використовувати на уроках фізики при проведенні дослідів електронний осцилограф-приставку, його застосування має безліч переваг які описуються.

Для втілення нашої пропозиції було взято навчальну програму рівень стандарт[29].

В 11 класі під час вивчення розділу «Електромагнітні коливання і хвилі», їх вивчають спираючись на подібність їх математичного описання з механічними, та вивчені у механіці хвильові процеси які властиві хвилям довільної природи.

Вивчаючи на уроках коливання та хвилі різної природи, можна проводити багато експериментів. Орієнтовний перелік демонстраційних та лабораторних робіт представлено в навчальних програмах. Буває так, що вчитель не має змоги провести деякі досліді через нестачу в школах фізичного обладнання. Тож є

необхідність виконувати та розробляти нові експерименти та використовувати новітнє фізичне обладнання.

Час, що відводиться на проведення лабораторних робіт в школі досить обмежений, то ж було б не погано зменшити його витрати на підготовку досліду.

В роботі було проведено 1 експеримент з дослідження змінного струму, та два коротких досліди для зацікавлення учнів. В цих дослідах демонструються коливання і хвилі різної природи: механічні, зокрема звукові, та електромагнітні коливання і хвилі різного діапазону частот.

Розроблено методику та інструкції до проведення лабораторних робіт та дослідів, для дослідження коливань і хвиль різної природи учнями старших класів. Навчальні досліди розроблені таким чином, щоб їх підготовка та проведення потребували мінімального часу та зусиль.

Наша розробка відповідає календарно-тематичному плануванню вивчення фізики для учнів 10 і 11 класів. У експериментах використовуються сучасні методи і прилади дослідження фізичних явищ.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О. Фізика (рівень стандарту) : підр. для 11-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Харків : Ранок, 2019. 272 с.
2. Бугаев А.И. Методика преподавания физики. Теоретические основы. М.: Просвещение, 1981. 288с.
3. Буйницька О.П. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у шкільному курсі фізики / Фізика та астрономія в школі. 2005. №4. С. 24-29.
4. Буrows В. О. Практикум з фізики в середній школі. Дидактичний матеріал // Посібник для вчителя. – К.: Рад. шк., 1990. – 176 с.
5. Важинський С. Е, Щербак Т. І. : Методика та організація наукових досліджень : Навчальний посібник : - Суми: Видавництво СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2016 р. 257 с.
6. Войтків Г.В. Формування дослідницьких умінь учнів засобами шкільного фізичного експерименту. Фізика та астрономія в рідній школі. 2019. №1. С. 11-20. Жалдак М.І. Фізичний експеримент у навчально-виховному процесі. Київ: Навчальна книга. 2004. 240 с.
7. Гільберг Т.Г., Засекіна Т.М., Стадніченко С.М., Лашевська Г.А. Природничі науки : навчально-методичний посібник для 11 класу (експериментальний). Частина 2. Київ : Орion, 2020. 310 с.
8. Голоwко С. В., Крячко І .П., Мельник Ю. С. Фізика та астрономія (рівень стандарту) : підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти. Київ :Педагогічна думка, 2019. 288 с.
9. Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Фізика (профільний рівень) : підр. для 11-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ : Орion, 2019. 304 с.
10. Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Фізика і астрономія (рівень стандарту) : підр. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ : Орion, 2019. 272 с.
11. Засекіна Т.М. Інтеграція в шкільній природничій освіті : теорія і практика: монографія. Київ : Педагогічна думка, 2020. 400 с.
12. Калапуша Л. Р., Мартинюк О. С., Мірошніченко І. Г. Навчальний фізичний

- експеримент у системі сучасних педагогічних технологій: Навч. посібник. Луцьк : Ред.-вид. відд. „Вежа” Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2002. 204 с.
13. Калапуша Л. Р., Муляр В.П. Основи методики і техніки навчального фізичного експерименту. Луцьк. 2009. 428 с.
  14. Крухмальова Ірина, Чумак Микола. Методика формування дослідницьких умінь у процесі вивчення фізики в школі. Фізика та астрономія в рідній школі. 2020. №2. С. 20-25.
  15. Мартинюк О. О. Напрями формування компетентності у галузі інформаційної безпеки в процесі навчання фізики. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Вип. 169. Кропивницький : РВВ ЦДПУ ім. В.Винниченка, 2018. 87-91 с.
  16. Мартинюк О. С. Підготовка майбутніх учителів фізики до використання засобів мікроелектроніки та комп'ютерної техніки в навчальному фізичному експерименті: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2013. 272 с.
  17. Коршак Є.В., Миргородський Б.Ю. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту: Практикум. К.; Вища школа, 1981. 280 с.
  18. Методика викладання фізики: Навчальні експерименти/ Уклад. Н.В.Пастернак, О.І.Конопельник, О.В.Радковська. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 106 с.
  19. Миргородський Б. Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Коливання і хвилі. К.1985. 168 с.
  20. Миргородський Б. Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Електродинаміка. К.1983.176 с.
  21. Морзе Н.В., Вембер В.П., Гладун М.А. 3D картування цифрової компетентності в системі освіти. Інформаційні технології і засоби навчання, 2019, Том 70, №2. С.28-42.
  22. Пастернак .Н.В., Конопельник .О.І., Радковська .О.В. : Методика викладання фізики: Навчальні експерименти: Львів:Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 106 с.
  23. Розвиток мікроелектроніки. URL:

[http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/MicroFirstbis\\_u.html](http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/MicroFirstbis_u.html).

24. Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. Навчальний фізичний експеримент (методичний практикум) : навч. посібник для учнів / заг. ред. В.Ф. Савченка. Чернігів: ЧНПУ ім. Т.Г. Шевченка, 2010. 540 с.
25. Садовий М.І. Якість професійної підготовки майбутніх вчителів фізики. Теоретичні і практичні основи управління процесами компетентнісного становлення майбутнього учителя фізико-технологічного профілю : програма та реферативні матер. міжнар. наук. Інтернетконф., Кам'янець-Подільський, 27-28 вересня 2017 р. Кам'янець-Подільський, 2017. С. 6-7.
26. Сиротюк В. Д. Фізика і астрономія (рівень стандарту) : підр. для 11-го кл. загальноосвіт. навч. закл. Київ : Генеза, 2019. 368 с.
27. Трифонова О.М. Інформаційно-цифрова компетентність: зарубіжний та вітчизняний досвід. Наукові записки ЦДПУ ім. В. Винниченка. Педагогічні науки. 2018. Вип. 173. Ч. II. С. 221-225.
28. ФІЗИКА і АСТРОНОМІЯ/ Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень) // О.І.Ляшенко. 2017. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-i-astronomiya-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lyashenka-o-i.doc>
29. ФІЗИКА. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів (рівень "стандарт", рівень "профільний") // В.М.Локтев. 2017. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf>
30. Ушинський К. Д. Собрание сочинений, т. 10. М. Л.: Изд-во АПН, 1950. 422 с.