

УДК 537.74

## ЕЛЕКТРОННИЙ МІКРОКУЛОН-

### –МІЛІВЕБЕРМЕТР

М.Г.Цілінко , М.М.Прокопенко

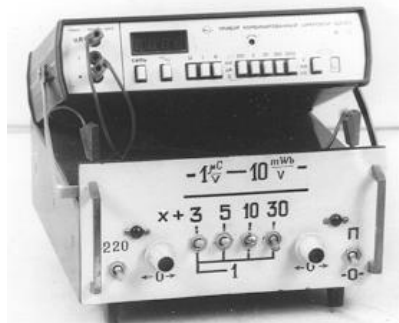
(Житомирський державний педагогічний

інститут ім. І.Я.Франка)

На кафедрі фізики Житомирського педінституту розроблено, виготовлено і вже впродовж восьми років ефективно застосовується при виконанні багатьох лабораторних робіт та в демонстраційному експерименті прилад, яким можна вимірювати кількість електрики та магнітний потік — електронний мікрокулон–мілівеберметр. Прилад не вимагає окремого градування, якщо будуть витримані параметри схеми. Напруга на виході буде прямо пропорційною кількості електрики (статистичної та динамічної), що її одержить прилад. Найвища чутливість при вимірюванні кількості електрики буде  $1 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ . Перехід до вимірювання магнітного потоку здійснено, виходячи з того, що зміна

магнітного потоку пов'язана з кількістю індукованої електрики, співвідношення  $\Psi = qR$ . Тому для вимірювання зміни магнітного потоку найвищою чутливістю буде  $10 \frac{\text{мВб}}{\text{В}}$ . Прилад має п'ять діапазонів вимірювання кількості електрики та магнітного потоку :  $1 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ ,  $3 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ ,  $5 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ ,  $10 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ ,  $30 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ , та відповідно —  $10 \frac{\text{мВб}}{\text{В}}$ ,  $30 \frac{\text{мВб}}{\text{В}}$ ,  $50 \frac{\text{мВб}}{\text{В}}$ ,  $100 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ ,  $300 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ .

На виході можна використовувати будь-який



**Мал. 1**

мілівольтметр, в тому числі і цифровий, з шкалою до 5000мВ. В демонстраційному експерименті використовується демонстраційний гальванометр

(А). Зовнішній вигляд приладу з цифровим мілівольтметром показано на мал. 1.

Прилад змонтовано в прямокутному ящику  $8 \times 24 \times 25$  см. Вхідні клеми змонтовано, а вихідні на — на верхній кришці ящика. Передня панель приладу має розміри  $12 \times 24$  см. На передню панель приладу винесено тумблер для вмикання приладу в освітлювальну мережу напругою 220В і частотою 50Гц. Цей тумблер позначено  $\sim 220$ В. При вмиканні його загоряється червона сигнальна лампочка. Тумблер для скидання показів позначено «О–П». Скидання показів відбувається при переведенні тумблера в положення «О», вимірювання в положення «П». При цьому загоряється зелена сигнальна лампочка. Для зміни чутливості призначені чотири тумблери, які об'єднані спільною рисою і мають позначення «1». Відповідно над тумблерами написано числа 3, 5, 10, 30. Якщо всі чотири тумблери знаходяться в нижньому положенні, то буде найвища чутливість  $1 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ . Якщо увімкнути перший лівий тумблер,

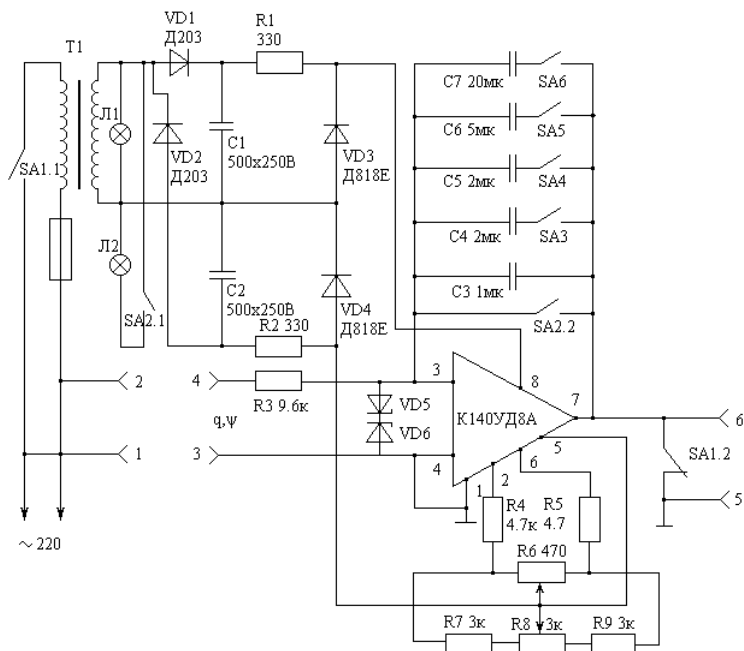
то чутливість становитиме  $3 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ . При вмиканні другого тумблера (перший залишається увімкненим) чутливість становитиме  $5 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ . При

вмиканні третього і четвертого тумблера (попередні залишаються увімкненими) чутливість становитиме  $10 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$  і  $30 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ . Зверху на панелі зроблено напис :  $1 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}} - 10 \frac{\text{мкКл}}{\text{В}}$ .

Принципова схема приладу показана на мал. 2. Прилад зібрано на мікросхемі типу інтегрального операційного підсилювача К140УД8А. Блок живлення можна здійснити на будь-якому трансформаторі на вторинній обмотці якого напруга становить 15–17В. Можна використати трансформатор ТС–12–1, що призначений для застосування в побутовій радіоелектронній апаратурі. Випрямлення здійснюється за схемою здвоєння напруги діодами VD1 і VD2. Випрямлена напруга стабілізується стабілітронами VD3 і VD4. Для живлення мікросхеми використовується стабілізована напруга +9В і –9В.

В освітлювальну мережу прилад вмикається контактами SA1.1 тумблера SA1, при цьому загорається червона сигнальна лампочка. Через клема «1–2» здійснюється живлення цифрового вольтметра, якщо він використовується на виході. Якщо контакти SA1.1 тумблера SA1 розімкнені, то контакти SA1.2 цього ж тумблера будуть замкнені, цим замикаються вихідні клема «5–6» приладу.

Вхід здійснюється через клеми «3–4». Діоди VD5 і VD6 здійснюють захист мікросхеми на вході. Контакти SA2.1 тумблера SA2 слугують для скидання показів. При переключенні тумблера SA2 в положення «О» його контакти SA2.1 закорочують конденсатор. Перед вимірюванням тумблер SA2 переводять в положення «П» (пуск), при цьому контакти SA2.1 розмикаються і конденсатор готовий до приймання порції заряду (кількості електрики). Одночасно контакти SA2.2 цього тумблера замикаються і загоряється зелена лампочка.



**Мал. 2**

Змінними резисторами R6 (грубо) і R8 (тонко) здійснюється баланс нуля приладу, що використано на виході. Для цього на передню панель приладу виведено дві ручки потенціометрів.

Використовуючи електронний мікрокулон–мілівеберметр можна виконати такі лабораторні роботи :

1.Визначення діелектричної сталої, вектора електростатичної індукції і вектора поляризації та дослідження залежності їх від напруженості електричного поля;

- 2.Вимірювання ємності конденсаторів;
- 3.Визначення індукції магнітного поля Землі;
- 4.Магнітне поле колового струму;
- 5.Магнітне поле соленоїда;
- 6.Дослідження намагнічування феромагнетика за методом О.Г. Столетова. Петля гістерезису;
- 7.Дослідження намагнічування феромагнетика в магнітному полі соленоїда;
- 8.Дослідження намагнічування феромагнетика методом винесення його з магнітного поля;
- 9.Магнітне коло;
- 10.Визначення коефіцієнту самоіндукції (індуктивності) шкільної дросельної котушки;
- 11.Визначення коефіцієнту взаємоіндукції;
- 12.Магнітне поле постійних магнітів.

Досить ефективно використовується електронний мікрокулон–мілівеберметр в демонстраційному експерименті при вивченні електростатики, магнетизму та електромагнітної індукції. Використовуючи цей прилад можна продемонструвати такі фізичні явища:

- 1.Електризація впливом;
- 2.Циліндр Фарадея;
- 3.Розподіл зарядів по поверхні провідника;
- 4.П'єзоелектричний ефект;

5.Залежність ємності плоского конденсатора від площі його пластин, відстані між пластинами та наявності між ними діелектрика;

6.Електромагнітна індукція;

7.Магнітне поле постійних магнітів;

8.Горизонтальна і вертикальна складові вектора індукції магнітного поля Землі;

9.Визначення індукції магнітного поля Землі;

10.Магнітне поле провідників (прямого, колового, соленоїда) з струмом.

На жаль промисловість не випускає електронний мікрокулон–мілівеберметр. Цей прилад можна замовити на кафедрі фізики Житомирського педінституту за адресою:

262001, м. Житомир,

вул. В. Бердичівська, буд. № 40,

Житомирський педінститут,

кафедра фізики.

Крім електронного мікрокулон–мілівеберметра професором кафедри фізики Житомирського педінституту М.Г.Цілинком розроблено і виготовлено ряд інших електронних приладів, на основі яких розроблено лабораторний практикум з електрики і магнетизму і система лекційних експериментів.

Як показує наш досвід, використання електронних приладів у лабораторному



практикумі дає добрі результати і заслуговує на широке їх впровадження для виконання значної кількості лабораторних робіт.

Використання електронних приладів в практикумі дає можливість значно підвищити його науково–технічний рівень, посилити дидактичну функцію лабораторного практикуму та організувати самостійне вивчення багатьох питань курсу фізики.

Багаторічна практика використання цих електронних приладів показала їх ефективність і необхідність промислового виготовлення.