

УДК 378.14:004.91(574)

КОМБИНИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР**¹Мукашев К.М., ²Шадинова К.С., ²Жусипбекова Ш.Е., ²Джаханова Б.Н., ²Жакипова Ш.А.,
³Есентаев К.У., ³Чанбаева М.К., ²Баракова А.Ш., ²Жыланбаева Б.К., ⁴Утебаев У.Б.***¹Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая,
Алматы, e-mail: Shadinova.ks@mail.ru;**²Казахский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова,
Алматы, e-mail: Shadinova.ks@mail.ru, Sholpan_80Aeka@mail.ru, darahym@mail.ru,
Shinar85@mail.ru, balia_79@mail.ru, Zhylanbaeva.balkiya@mail.ru;**³Казахский Государственный Женский Педагогический Университет,
Алматы, e-mail: Esentaev_Kairat@mail.ru, Esentaev_Kairat@mail.ru;**⁴Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Яссави,
Туркестан, e-mail: Ulan83utebaev@mail.ru*

Измерение играет огромную роль в научных исследованиях, в промышленности, медицине, транспорте и т.д. Научное изучение законов природы всегда связано с экспериментами, проведение которых невозможно без измерительной аппаратуры. Современные физические лаборатории, промышленные предприятия, клинические утверждения оснащены большим количеством измерительных приборов, служащих для контроля состояния пациента, работы машин и аппаратов. Поэтому от грамотного использования измерительных приборов зависит не только качество выпускаемой продукции, но и результаты обследования и лечения. Следовательно, изучение методов измерения и умение пользоваться измерительными приборами для будущих специалистов физиков и инженеров являются задачей первостепенной важности.

Ключевые слова: Измерительные приборы, технические средства**COMBINED ELECTRIC DEVICES****¹Mukashev K.M., ²Shadinova K.S., ²Zhusipbekova Sh.E., ²Dzhahanova B.N., ²Zhakupova Sh.A.,
³Esentaev K.U., ³Chanbaeva M.K., ²Barakova A.Sh., ²Zhylanbaeva B.K., ⁴Utebaev U.B.***¹Kazahsky National Pedagogical University named after Abai, Almaty, e-mail: Shadinova.ks@mail.ru;**²Kazahsky National Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty,
e-mail: Shadinova.ks@mail.ru, Sholpan_80Aeka@mail.ru, darahym@mail.ru,
Shinar85@mail.ru, balia_79@mail.ru, Zhylanbaeva.balkiya@mail.ru;**³Kazahsky State Women's Pedagogical University, Almaty,
e-mail: Esentaev_Kairat@mail.ru, Esentaev_Kairat@mail.ru;**⁴International kazakh-turkish university named after H.A. Yassawi, Turkestan, e-mail: Ulan83utebaev@mail.ru*

Measurement plays big role in scientific researches, industry, medicine, transports and etc. Scientific study of laws of nature, always links with experiments, which is impossible to conduct without instrumentation. Modern physical laboratories, industries and clinical approvals have a lot of instrumentation, which provides control of patient's condition, operation of machines and devices. Therefore, the properties of correctly using of instruments is not only quality of products, but also the results of examination and treatment. So, the study of methods of measurement and the ability to use instrumentation have paramount importance for future specialists of physicists and engineers.

Keywords: Measuring devices, technical equipments

Измерение относится к познавательной деятельности человека. Результат измерения возникает не в виде материальных ценностей, а в форме новых знаний и информации. Измерением называется процесс сравнения физической величины X с ее единицей M , результат которого выражается числом N . Тогда результат измерения можно выразить следующим образом:

$$X = NM, \quad (1)$$

где N – безразмерное число; X и M – величины одинаковой размерности.

Для выполнения измерения необходимы средства измерения, к которым относятся:

а) Меры – технические средства, служащие для конкретного, вещественного вос-

произведения единицы физической величины (Вольт, Ом, Генри, Фарада и т.д.);

б) Измерительные приборы – технические средства, используемые для осуществления процесса измерения (вольтметры, амперметры и т.д.);

в) Измерительные преобразователи – технические средства, служащие для расширения возможностей использования измерительных приборов (шунты, добавочные сопротивления, делители напряжения и т.д.).

В зависимости от выполняемой роли, электроизмерительные приборы разделяются на две категории:

а) рабочие средства измерений, используемые в производственных и лабораторных условиях;

б) образцовые средства измерений, используемые для градуировки и периодической поверки рабочих средств измерений.

Образцовые приборы выполняются с предельной точностью, достижимой при данном уровне науки и техники. Они служат для хранения и воспроизведения единиц физических величин, называемых *эталоном*.

В науке и технике используется большое количество разнообразных приборов. Для удобства выбора и повышения эффективности использования приборы классифицируются по различным признакам. Область применения прибора определяется прежде всего принципом его действия, т.е. теми физическими явлениями, заложенными в конструкцию прибора. Поэтому принципу действия электроизмерительные приборы делят на магнитоэлектрическими, электромагнитными, электродинамическими, ферродинамическими и др. системами. По роду измеряемой величины приборы делятся на измерители тока (амперметры), напряжения (вольтметры), мощности (ваттметры), сопротивления (омметры) и другие.

По способу получения выходной величины все электроизмерительные приборы подразделяют на аналоговые и цифровые. В аналоговых приборах выходная величина является непрерывной функцией входной величины. В цифровых приборах выходная величина получается в числовой форме. По способу выдачи измерительной информации приборы делятся на показывающие (допускающие считывание показаний с отсчетного устройства) и регистрирующие (допускающие запись показаний в функции во времени).

По способу использования электроизмерительных приборов, различают методы прямого, косвенного и сравнительного измерения. При прямом измерении искомое значение величины определяют непосредственно по показанию прибора (напр., измерение тока амперметром). При косвенном измерении искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям (напр., определение мощности по показаниям амперметра и вольтметра). Метод сравнения состоит в том, что измеряемая величина в процессе измерения сравнивается с другой величиной, воспроизводимой мерой.

Важнейшей характеристикой измерительного прибора является его точность, которую принято оценивать с помощью погрешностей показаний прибора. Различают *абсолютную, относительную и приведенную* погрешности. *Абсолютной* погрешно-

стью прибора называют разность между показанием прибора A_i и действительным значением измеряемой величины A_0 :

$$\Delta = A_i - A_0 \quad (2)$$

Поскольку действительное значение измеряемой величины никогда не бывает однозначно известным, то вместо него принимают среднее арифметическое значение искомой величины из множества (n) измерений:

$$A_0 = \bar{A} = \frac{\sum A_i}{n} \quad (3)$$

Относительной погрешностью называется выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к показанию прибора A_i :

$$\delta = \pm \frac{\Delta \cdot 100}{A_i} (\%) \quad (4)$$

Приведенной погрешностью прибора называют выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к номинальному значению предела измерения прибора $A_{ном}$:

$$\gamma = \pm \frac{\Delta \cdot 100}{A_{ном}} (\%) \quad (5)$$

Если положить, что $\Delta = \text{const}$ в пределах всей шкалы прибора, то относительная погрешность изменяется от бесконечности до приведенной. Последняя, независимо от угла поворота стрелки, остается постоянной по всей шкале. Поэтому по величине приведенной погрешности определяют *класс точности* прибора. Различают 9 классов точности: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 и 4,0.

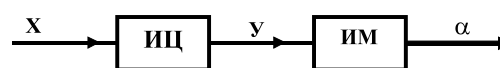
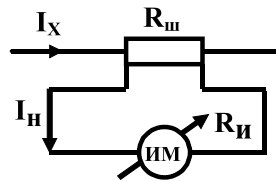


Рис. 1. Структура прибора прямого действия

В технике наибольшее распространение получили простые по конструкции и достаточно надежные аналоговые измерительные приборы непосредственного отсчета. Любой такой прибор состоит из измерительного механизма (ИМ) и измерительной цепи (ИЦ) (рис. 1). Измерительный механизм осуществляет преобразование электрической величины Y в механическую α . При этом часто измеряемая величина X отличается от величины, действующей в электрической цепи измерительного механизма. Преобразование величины X в величину Y осуществляется в измерительной цепи прибора. Измеряемая электрическая величина Y создает вращающий момент $M_{вр}$, приводя-

щий во вращение измерительный механизм. Кроме того, в измерительных механизмах предусматриваются устройства, создающие противодействующий момент $M_{пр}$, направленный против вращающего момента. Вращение измерительного механизма прекратится только при равенстве вращающего и противодействующего моментов:

$$M_{вр} = M_{пр} \quad (6)$$



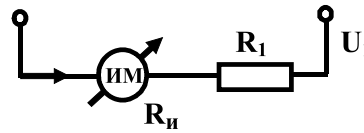
а)

В вольтметрах измерительный механизм включается последовательно с добавочным резистором R_1 (рис. 2, б):

$$R_1 = (n - 1)R_{И}, \quad (9)$$

где $n = \frac{U_x}{U_n}$; U_n – номинальное напряжение измерительного механизма;

U_x – новый предел измерения прибора.



б)

Рис. 2. Принципы расширения пределов измерения приборов магнито-электрической системы

Среди аналоговых электроизмерительных приборов широкое распространение получили электромеханические приборы магнитоэлектрической системы. Основными элементами приборов этой системы являются постоянный подковообразный магнит, между полюсами которого устанавливается легкая подвижная катушка в виде рамки. Через катушку пропускается измеряемый электрический ток. Взаимодействие возникающего вокруг рамки магнитного поля с полем постоянного магнита создает вращающий катушку момент. Установленная на оси рамки стрелка вращается вместе с ней, отсчитывая число делений по шкале прибора.

Вращение рамки прекратится при выполнении условия (6), на основе которого определяется уравнение движения стрелки приборов и, следовательно, вид шкалы прибора:

$$\alpha = SI, \quad (7)$$

где $S = \alpha/I$ называют чувствительностью прибора. В данном случае шкала прибора равномерная. Катушка измерительного механизма изготавливается на токи не более 50 мкА. При измерении токов более 50 мкА к измерительному механизму подключают шунт $R_{ш}$ для расширения предела измерения (рис. 2, а):

$$R_{ш} = R_{И} / (m - 1) \quad (8)$$

где $R_{И}$ – сопротивление рамки измерительного механизма;

$m = I_x / I_n$ – кратность расширения;

I_n – номинальный ток прибора;

I_x – измеряемый ток в цепи.

Промышленность выпускает многопредельные приборы, содержащие несколько шунтов и добавочных сопротивлений. Особенностью приборов магнитоэлектрической системы является то, что на их основе можно построить комбинированные приборы в виде многопредельных амперметров и вольтметров постоянного и переменного токов и напряжений в сочетании с омметром. Отдельные из них снабжаются схемами для измерения емкости конденсаторов или параметров транзисторов. Именно таким является прибор типа Ц4342, используемый в данной работе. Для использования приборов этой системы в качестве омметра собирают схему, изображенную на рис. 3.

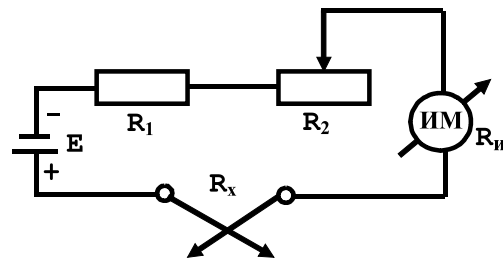


Рис. 3. Последовательная схема омметра

После короткого замыкания щупами клемм $R_x = 0$, ток в цепи равен

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_{И}} \quad (10)$$

С помощью R_2 в цепи устанавливается ток, равный номинальному току измерительного механизма

$$I = I_{ном}$$

В дальнейшем, разомкнув клеммы R_x , сюда можно подключить резистор с заранее известным сопротивлением. Ток в цепи при этом станет меньше, чем в предыдущем случае:

$$I_x = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_{II} + R_x} < I_{ном} \quad (11)$$

Постепенно увеличивая значения R_x , можно проградуировать шкалу прибора в единицах сопротивления, т.е. прибор в этом случае будет служить омметром, нулевое деление шкалы которого располагается справа, а нулевому току в цепи соответствует бесконечное значение сопротивления $R_x = \infty$, что означает разрыв цепи. Следовательно, шкала омметра в этом случае является обратной по отношению к шкалам амперметра и вольтметра. Для измерения малых сопротивлений измерительную цепь прибора можно перестроить так, что нулевое деление омметра совпадает

с нулем шкалы амперметра, т.е. будет находиться слева.

Внимание: При работе в режимах омметра (Ω) или килоомметра ($k \Omega$) нельзя надолго оставлять прибор во включенном состоянии во избежание быстрого разряда элементов питания!

Список литературы

1. Электротехника. / под ред. Герасимова В.Г. – М.: Высшая школа, 1983.
2. Общая электротехника. / под ред. Блажкина А.Т. – Л.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Иванов А.А. Справочник по электротехнике. – К.: Вища школа, 1979.
4. Справочное пособие по электротехнике и основам электроники. – М.: Высшая школа, 1986.
5. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин. – Л.: Энергоатомиздат, 1987.
6. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. – М.: Высшая школа, 2001.
7. Куликовский К.Л., Купер В.Л. Методы и средства измерений. – М.: Энергоатомиздат, 1993.