

Чтобы с помощью автоэлектронной эмиссии получить изображение, на аноде закрепляют люминофор. Электронный удар возбуждает молекулы люминофора, которые затем переходят в основное состояние, излучая фотоны. Например, при использовании в качестве люминофора сульфида цинка с добавками меди и алюминия наблюдается зеленое свечение, а при добавлении серебра – синее. Красный цвет получают с помощью легированного европием оксида иттрия. Получающееся при этом зерно изображения будет очень малым: порядка микрона. Расположив матрицу нанотрубок внутри плёнки из гибкого пластика, ученым удалось сделать гибкую электронную матрицу.

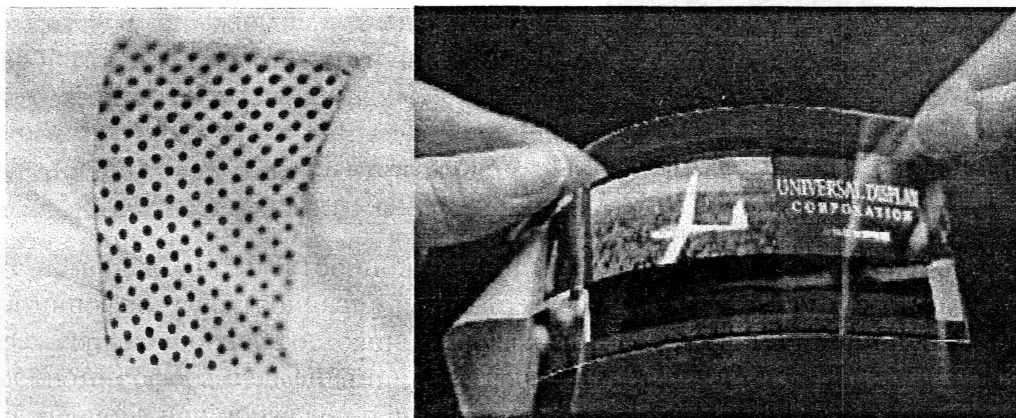


Рис. 5. Гибкая матрица (слева) и FOLED-диспей на ее основе

Сделав гибкие дисплеи, учёные решили одну из ключевых задач нанoeлектроники. Гибкие сверхчеткие цветные экраны, сделанные на основе плёнок с нанотрубками, могут стать логичной заменой современных газет, а может, даже и книг.

#### Литература

1. Богданов К.Ю. Что могут нанотехнологии. – <http://kbogdanov1.narod.ru/index.html>.
2. Богданов К.Ю. Закон Ома для углеродных нанотрубок. – [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru).
3. Сайт о нанотехнологиях. – <http://www.nanonewsnet.ru/>.
4. Сайт нанотехнологического сообщества «Нанометр». – <http://www.nanometer.ru/>.
5. Сайт издания о высоких технологиях «CNews». – <http://cnews.ru/>.

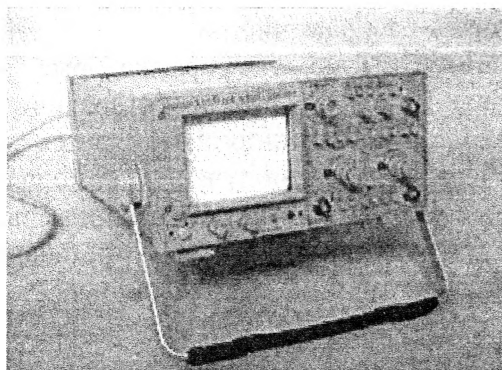
УДК 621.317.7

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ МИНСКОГО ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

*Булыко Е.В., Буткевич Е.Н., Шишмарёв Д.И.*  
Научный руководитель – КУЦЫЛО А.В.

Мы решили исследовать эту тему, потому что она является интересной и в тоже время актуальной для учебы и последующей работы. Измерительные приборы широко используются в производствах и повседневной жизни и они имеют большой потенциал в своём дальнейшем развитии, как в точности измерений, так и в простоте использования всеми людьми без специальных навыков и умений работы с ними, а так же в уменьшении своих размеров и в увеличении возможностей и областей применения.

С нашей точки зрения, наиболее интересными для использования во время занятий и для научных исследований являются следующие измерительные приборы, которые выпускаются Минским приборостроительным заводом.

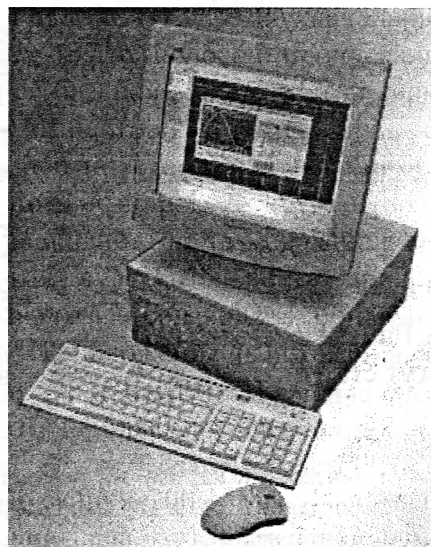


**Оциллограф С1-137.** Двухканальный осциллограф С1-137 с полосой пропускания 25 МГц является базовой моделью этой серии и отличается компактной конструкцией, небольшой массой и простотой управления. Он был разработан для широкого круга использования как специалистами так и радиолюбителями. Высокая чувствительность прибора (2 мВ/дел) позволяет производить обнаружение помех, шума, наложения и искажения на малых амплитудах исследуемого сигнала.

Данный прибор уже применяется в проведении лабораторных работ и зарекомендовал себя как надежный и простой в применении прибор.

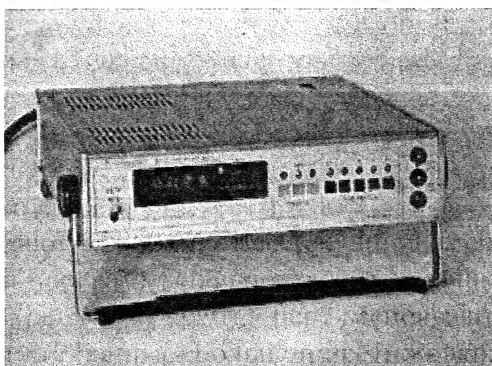
**Оциллограф специальный С8-40.** Полоса пропускания 200 МГц. Максимальная частота дискретизации 200 МГц. Режим автопоиска сигнала. Автоматические измерения параметров сигналов. Интерфейс RS-232.

Представляет собой 2-х канальный цифровой осциллограф с диапазоном частот исследуемых сигналов 200 МГц. Прибор регистрирует одиночные события с частотой выборки до 200 Мвыб/с на канал и повторяющиеся сигналы – до 10 Гвыб/с. Осциллограф создан на основе новейших достижений электроники с применением современной элементной базы ведущих зарубежных фирм и технологии поверхностного монтажа. Разработан с применением в своем составе ПЭВМ типа IBM PC. Программное обеспечение осциллографа С8-40, реализованное в операционной системе Windows, максимально ориентировано на работу с пользователем и обеспечивает управление режимами оцифровки, накопления, отображения и математической обработки



измеряемых сигналов в операционной системе Windows 2000/XP. Все текущие измерения автоматически фиксируются в рабочей области программы и снабжаются рабочими этикетками. Их можно затем просматривать, сохранять, удалять, переименовывать, снабжать комментариями, вызывать ранее измеренные данные. Большой цветной экран с высоким разрешением (SVGA) обеспечивает качественное отображение сигнала. Данный прибор интересен нам тем, что в нем используются сочетания как измерительного прибора, так и компьютера для более быстрой и эффективной обработки данных. Данный прибор уже присутствует в лабораториях нашего университета и используется в проведении студенческой научно-исследовательской работы. Такой прибор является незаменимым для лабораторных работ, где необходимы большие объемы вычислений, так как он обладает большими возможностями дополнительной математической обработки измерительной информации: усреднение, сглаживание измеряемых сигналов, интерполяция между отсчетами, спектральный анализ (прямое и обратное преобразование Фурье).

**Универсальный вольтметр В7-40/1.** Допускают жесткие условия эксплуатации.

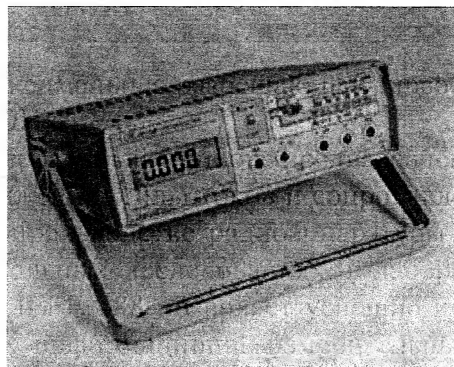


Точность измерения по постоянному току 0,05 %. Максимальная разрешающая способность 1 мкВ; 10 мкА; 1 МОм. Интерфейс IEEE-488 (КОП).

**V7-40/1** – высококачественный цифровой универсальный прибор, предназначенный для измерения постоянного и переменного напряжений, силы токов и сопротивления постоянному току. Вольтметр применяется при производстве радиоаппаратуры и электрорадиоэлементов, при научных и экспериментальных исследованиях, в лабораторных и цеховых условиях. Встроенный интерфейс IEEE 488 позволяет успешно использовать вольтметр в составе автоматизированных информационно-измерительных систем. **Дополнительные аксессуары:** высоковольтный делитель 30 кВ, ВЧ пробник до 1 ГГц, токовый шунт 10 А. Данный прибор хорошо себя зарекомендовал в лабораториях нашего университета своей простотой использования, точностью измерения и в тоже время своей надежностью.

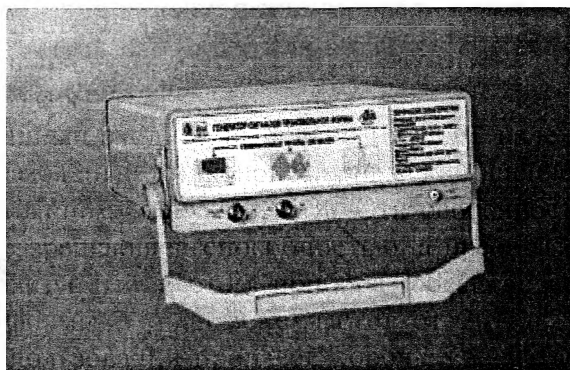
**Вольтметр универсальный портативный V7-58, V7-58/2.** Точность измерения по постоянному току 0,15 %. Максимальная разрешающая способность 0,1 мВ; 0,1 мкА; 0,1 Ом. Возможность питания от батареи 9 В.

**V7-58** дешевый сервисный цифровой прибор, удачно сочетающий малый вес, компактность и прочность конструкции с высоким качеством измерений. Он широко используется в лабораториях университета. Характерными особенностями, отличающими этот прибор от уже существующих вольтметров являются: способность измерения силы тока величиной до 10 А, на всех поддиапазонах измерения напряжения постоянный входной импеданс 10 МОм, надежная защита всех входов от перегрузки, 3 1/2 разрядный жидкокристаллический дисплей и высокая базовая точность прибора по постоянному току в 0,15 %. Эти особенности позволяют проводить измерения с высокой разрешающей способностью, а преобразователь среднеквадратичного значения, используемый в этом приборе, обеспечивает точные измерения сигналов произвольной формы в диапазоне частот от 20 Гц до 100 кГц. Данный прибор во время своего использования произвел хорошее впечатление. Он намного лучше электромеханических приборов по многим параметрам: точность измерения (особенно это наглядно при работе с цепями несинусоидального тока), имеет более широкий диапазон измерений и применений, более прост в снятии данных.



**Генератор сигналов сложной формы Г6-45.** Широкий диапазон генерируемых колебаний. Электрическая имитация в реальном режиме времени звеньев и устройств телекоммуникаций и электрический анализ и синтез тестовых черно-белых и цветных изображений.

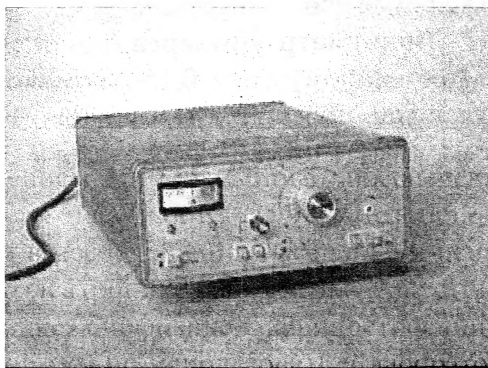
Генератор сигналов сложной формы Г6-45 (далее генератор) предназначен для генерирования электрических сигналов: синусоидальной формы в диапазоне частот 0,01 Гц до 100 МГц; прямоугольной формы в диапазоне частот от 0,01 Гц до 10 МГц со скважностью 50 %; треугольной и пилообразной формы в диапазоне частот от 0,01 Гц до 100 кГц. Генератор имеет возможность формирования сигналов с различными видами модуляции, функциональных и телевизионных сигналов: Управление работой генератора производится с помощью персональной ЭВМ (ПЭВМ) типа



IBM PC через интерфейс LPT под управлением программного обеспечения «Wfg\_BELVAR.exe» в операционной системе Microsoft Windows 95/98. Этот прибор интересен тем, что он может широко использоваться в исследовании, настройке и испытании систем и приборов, используемых в радиоэлектронике, автоматике, акустике, вычислительной и измерительной технике, геофизике, биофизике, машиностроении и приборостроении. Во время занятий данный прибор можно использовать в лабораторных работах, в которых необходимо изучить или исследовать электрические сигналы указанной выше формы. Может использоваться в паре с осциллографом для более наглядного представления сигнала.

**Усилитель напряжения постоянного тока электрометрический У5-11.** Ток от  $10^{-15}$  А. Входное сопротивление  $10^{15}$  Ом.

Усилитель напряжения постоянного тока электрометрический предназначен для согласования источника сигнала, имеющего высокое выходное сопротивление, с регистрирующим устройством, имеющим низкоомный аналоговый вход. Интересен тем, что может использоваться в различных областях науки и техники, где имеется необходимость измерять токи от  $10^{-15}$  А. Измерение тока производится по методу определения падения напряжения на образцовом резисторе, включенного в цепь отрицательной обратной связи. Согласование входа усилителя с источником сигнала осуществляется входной преобразователь. Для уменьшения шумов используется активный фильтр с изменяющейся полосой пропускания. Масштабный усилитель обеспечивает изменение коэффициента передачи по току и напряжению. Данный прибор во время занятий может быть использован в тех работах, где необходима работа с сигналами низкого уровня.



При выполнении работы нами подготовлены материалы с подробными техническими характеристиками Минского приборостроительного завода. Эти материалы предназначены для размещения на сайте кафедры «Электротехника и электроника» с целью использования при изучении измерительной техники и при выполнении студенческих научно-исследовательских работ.

#### **Вывод**

Проанализировав данные исследовательской работы, мы пришли к выводу, что для улучшения подготовки высоко квалифицированных специалистов необходимо использовать в процессе их обучения более новое оборудование, такое как осциллографы серии С8, вольтметры серии В7 и другие электронные приборы, так как такие измерительные приборы широко распространены во многих производствах.

УДК 621.3

## **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ЦЕПЕЙ НЕСИНУСОИДАЛЬНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

*Артюх Ф.Г., Лазаренко Д.В., Локун В.А., Перемотова О.Н.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент МАЗУРЕНКО А.А.

Расчет электрических цепей в установившемся режиме при действии источников энергии несинусоидальной формы выполняется, как правило, гармоническим методом,