

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЁВА

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ  
ОСЦИЛЛОГРАФ

*Методические указания к лабораторной работе*

САМАРА 2003

Составитель: *Б.А.Никольский*

УДК 621.317

**Электронно-лучевой осциллограф:** Метод. указания . Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. *Б.А.Никольский*. Самара, 2001. 20 с.

Приведены обобщенные сведения о построении, принципе действия и основных параметрах электронно-лучевых осциллографов. Даны методические указания о порядке выполнения экспериментальных работ с помощью осциллографов и оформлении отчета по проделанной лабораторной работе.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 131000 – “Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов”, а также могут быть полезны студентам других специальностей.

Разработаны на кафедре “Радиотехнические устройства”.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва.

Рецензент А. В. Зеленский

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения об осциллографах . . . . .	4
2. Принцип действия ЭЛТ . . . . .	5
3. Структурная схема осциллографа . . . . .	13
4. Порядок выполнения лабораторной работы . . . . .	14
4.1. Общее знакомство с осциллографом . . . . .	14
4.2. Работа осциллографа в режиме однократной развертки . . . . .	14
4.3. Определение частоты развертки осциллографа . . . . .	15
4.4. Определение частоты следования импульсных сигналов . . . . .	16
4.5. Измерение амплитуды импульсных сигналов . . . . .	16
4.6. Измерение параметров гармонических сигналов . . . . .	16
4.7. Измерение фазовых сдвигов исследуемых сигналов . . . . .	17
4.8. Измерение постоянных напряжений . . . . .	17
Контрольные вопросы . . . . .	18
Библиографический список . . . . .	19

\* \* \*

Цель работы заключается в изучении построения и принципа действия электронно-лучевых осциллографов и приобретении практических навыков при измерениях параметров электрических сигналов с помощью таких осциллографов.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОСЦИЛЛОГРАФАХ

Электронно-лучевые осциллографы являются универсальными измерительными приборами и предназначены для визуального наблюдения, измерения и регистрации электрических сигналов, определения амплитудных и временных параметров наблюдаемых периодических и непериодических электрических процессов.

Важными достоинствами осциллографов являются широкие частотный и динамический диапазоны входных сигналов, высокая чувствительность и большое входное сопротивление.

Диапазон частот входных сигналов определяется полосой пропускания, в которой неравномерность амплитудно-частотной характеристики измерительного канала не превышает 30%. Современные универсальные осциллографы имеют полосы пропускания до 350 МГц и динамический диапазон входных сигналов от единиц милливольт до сотен вольт. Входные сопротивления у большинства осциллографов имеют значения от 0,5 до 10 МОм. Длительность исследуемых импульсных сигналов лежит в пределах от единиц наносекунд до нескольких секунд.

По точности измерения амплитуд и временных интервалов исследуемых сигналов осциллографы разделяют на четыре класса. Наибольшей точностью обладают осциллографы первого класса, у которых основная погрешность измерений не превышает 3%. У осциллографов второго, третьего и четвертого классов – соответственно не более 5, 10 и 12%. Точность измерений зависит от

размеров рабочей части экрана, ширины луча и указывается для случая, когда размеры изображения занимают не менее 30% размера экрана.

По количеству одновременно исследуемых сигналов осциллографы могут быть одноканальными и многоканальными (в основном двухканальными).

В основе работы осциллографа лежит преобразование исследуемых электрических сигналов в видимое изображение, получаемое с помощью электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

## 2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛТ

Простейшая однолучевая ЭЛТ конструктивно представляет собой стеклянный баллон, из которого откачан воздух (рис. 1). В цокольной части баллона расположены катод К, подогреваемый с помощью накала Н, модулятор М и аноды – фокусирующий  $A_1$  и ускоряющий  $A_2$ . Все указанные электроды выполнены в виде цилиндров, расположенных по оси трубки. Совокупность этих электродов называется электронной пушкой.

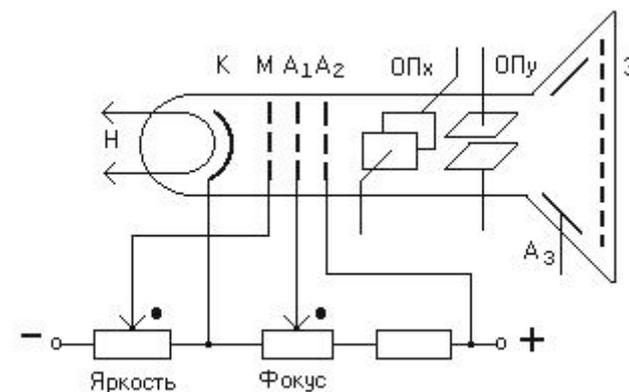


Рис. 1. Устройство электронно-лучевой трубки: Н – накал; К – катод; М – модулятор;  $A_1$  – фокусирующий анод;  $A_2$  и  $A_3$  – ускоряющие аноды; ОП<sub>х</sub> и ОП<sub>у</sub> – отклоняющие пластины; Э – экран

Электроны, которые эмитирует катод, под воздействием напряжений, подаваемых на электроды электронной пушки, фокусируются в узкий луч и с большой скоростью проходят расстояние от катода до экрана трубки. Внутренняя поверхность экрана покрыта специальным веществом люминофором, который обладает способностью светиться под воздействием электронной бомбардировки в тех местах, куда попадают электроны. В момент соударения электроны передают кинетическую энергию атомам люминофора. Таким образом, люминофор преобразует электрическую энергию электронов в световую.

Изменяя отрицательное относительно катода напряжение на модуляторе, можно изменять плотность потока электронов и тем самым регулировать яркость свечения люминофора. Фокусировку потока электронов осуществляют изменением напряжения на первом аноде, что позволяет получить на экране ЭЛТ светящееся пятно малого размера. Ручки переменных резисторов, с помощью которых регулируют яркость и фокусировку изображения на экране, выводят на переднюю панель осциллографа.

Ускорение электронов до скорости, необходимой для свечения люминофора, осуществляется подачей высокого относительно катода трубки положительного напряжения на второй  $A_2$  и третий  $A_3$  аноды.

Сформированный электронный луч на своем пути к экрану проходит через отклоняющую систему и под действием напряжений, приложенных к этой системе, может отклоняться от своей траектории, вызывая смещение светящегося пятна на экране трубки. Различают два основных метода отклонения – электромагнитный и электростатический.

При электромагнитном методе отклонение луча осуществляется с помощью изменения магнитного поля внешних отклоняющих катушек, надетых на горловину ЭЛТ. Преимущество таких систем заключается в том, что они позволяют получить более широкие углы отклонения луча по сравнению с электростатической системой и упростить конструкцию самой трубки. Однако электромагнитные системы обладают малым быстродействием, что значительно затрудняет применение их при исследовании сигналов и процессов в

полосе частот выше 50 кГц. Это ограничивает области использования осциллографов, и практически во всех приборах с полосой пропускания более 50 кГц применяют ЭЛТ с электростатическим отклонением луча.

Такая система представляет собой две пары, расположенных взаимно перпендикулярно внутри трубки, отклоняющих пластин ( $ОП_x$  и  $ОП_y$  на рис. 1), на которые подаются напряжения для отклонения луча в горизонтальном и вертикальном направлениях. Отклонение луча происходит в сторону пластины, имеющей более высокий потенциал.

ЭЛТ характеризуют чувствительностью, длительностью послесвечения, цветом свечения люминофора, рабочей площадью экрана и другими характеристиками.

Чувствительность трубки определяют отношением

$$S_T = L / U,$$

где  $L$  – отклонение луча на экране трубки, вызванное напряжением  $U$ , приложенным к отклоняющим пластинам. Обычно чувствительность ЭЛТ лежит в пределах от 0,5 до 5 мм / В.

Длительность послесвечения экрана характеризуют временем от момента прекращения действия электронного луча до момента, когда яркость изображения составит ~ 1 % от первоначального значения. Трубки с длительным послесвечением ( $>0,1$  с) облегчают наблюдение непериодических и медленно изменяющихся электрических сигналов и процессов.

Цвет свечения экрана определяется типом люминофора и может быть практически любым: от красного до фиолетового. В осциллографах для визуального наблюдения находят применение трубки с зеленым и желто-зеленым свечением люминофора, так как в этой области цветового спектра человеческий глаз обладает максимальной чувствительностью.

Рабочая площадь экрана определяется диаметром трубки.

В современных осциллографах часто применяют многолучевые трубки, в баллоне которых размещают две или больше электронных пушки, формирующие отдельные лучи. Управление каждым лучом осуществляется, как правило, автономно.

Рассмотрим подробнее принцип отображения сигналов на экране ЭЛТ. Исследуемый сигнал можно представить функцией времени в виде графика в прямоугольной системе координат

$$U = f(t).$$

Две пары пластин ЭЛТ отклоняют электронный луч в двух взаимно перпендикулярных направлениях, которые можно рассматривать как координатные оси. Поэтому для наблюдения на экране ЭЛТ исследуемого сигнала необходимо, чтобы луч отклонялся по горизонтальной оси пропорционально времени, а по вертикальной – пропорционально амплитуде исследуемого сигнала. Для этого к горизонтально отклоняющим пластинам  $ОП_x$  подводят линейно-изменяющееся (пилообразное) напряжение  $U_p$  (рис. 2), которое заставляет луч перемещаться с постоянной скоростью слева направо. Такое движение луча в горизонтальном направлении называется *разверткой*.

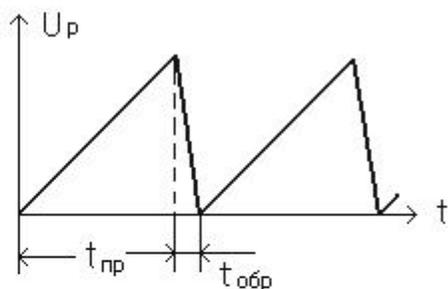


Рис. 2. Линейно-изменяющееся напряжение для создания развертки:  $t_{пр}$  – время прямого хода развертки;  $t_{обр}$  – время обратного хода

Исследуемый сигнал подается на вертикально отклоняющие пластины  $ОП_y$  и, следовательно, положение луча в каждый момент времени однозначно соответствует амплитуде этого сигнала. В результате одновременного совместного воздействия напряжений сигнала и развертки на электронный луч траектория движения светового пятна на экране ЭЛТ воспроизведет форму исследуемого сигнала как функцию времени. Наблюдаемое на экране изображение называют *осциллограммой*.

По осциллограмме могут быть измерены амплитуда, период, частота и другие параметры сигналов. При измерениях необходимо учитывать, что размеры осциллограмм, при которых достигается наибольшая точность измерений параметров, составляют не менее  $2/3$  длины и высоты экрана.

Принцип формирования осциллограммы можно пояснить графическим построением по точкам, задавая моменты времени и соответствующие им напряжения развертки и сигнала. В качестве примера на рис. 3 показано формирование осциллограммы гармонического сигнала вида

$$U_y = U_T \sin \omega t,$$

подаваемого на вертикально отклоняющие пластины. Развертка сигнала осуществляется подачей на горизонтально отклоняющие пластины трубки пилообразного напряжения, т.е. периодического напряжения, изменяющегося во времени по линейному закону

$$U_x = k t,$$

где  $k$  – постоянный коэффициент, характеризующий крутизну пилообразного напряжения.

На рис. 3 буквами а, б, в, г, д... обозначены точки кривых в соответствующие моменты времени 0, 1, 2, 3, 4... Из рисунка видно, что при равенстве периодов напряжений  $U_x$  и  $U_y$  на экране получается неподвижное изображение одного периода исследуемого сигнала (сплошная линия). При увеличении периода развертки в два раза на экране ЭЛТ появится изображение двух периодов исследуемого сигнала (пунктирная линия). Увеличение периода развертки в " $n$ " раз увеличит количество периодов исследуемого сигнала на экране трубки также в " $n$ " раз. Таким образом, изменяя период развертки, можно "растягивать" или "сжимать" изображение исследуемого сигнала на экране ЭЛТ.

### 3. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ОСЦИЛЛОГРАФА

Упрощенная структурная схема, в соответствии с которой построено большинство универсальных осциллографов, работающих в реальном режиме времени, приведена на рис. 4. Она включает в себя

ЭЛТ со схемами фокусировки, управления и питания, канал вертикального отклонения (канал "Y"), канал горизонтального отклонения (канал "X"), канал управления яркостью (канал "Z") и вспомогательные узлы: калибратор амплитуды КА и калибратор длительности КД.

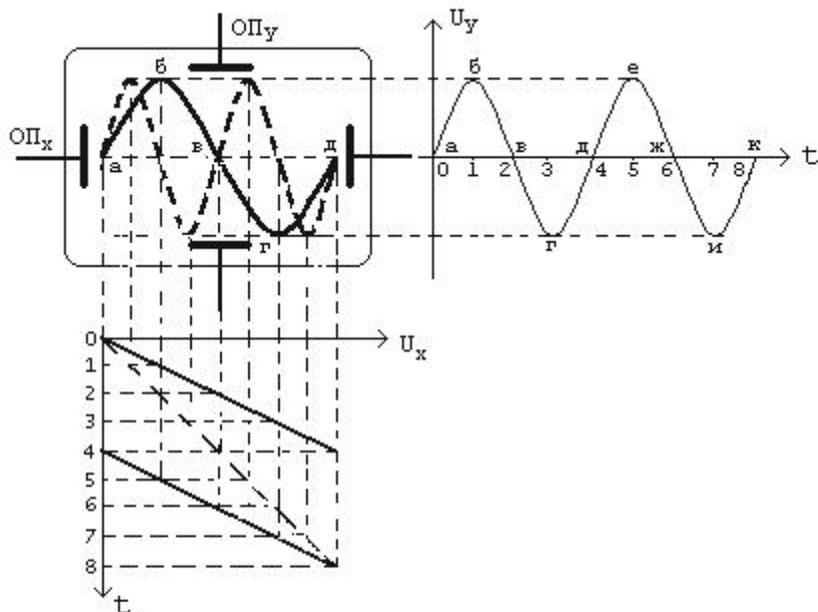


Рис. 3. Принцип формирования осциллограммы

Канал вертикального отклонения предназначен для преобразования исследуемого сигнала в соответствующее ему вертикальное отклонение луча ЭЛТ, при котором изображение на экране удобно для визуального наблюдения. Он состоит из входного устройства ВУ, широкополосного усилителя вертикального отклонения УВО и отклоняющих пластин ЭЛТ, подключенных к выходу усилителя.

Входное устройство содержит калиброванный делитель напряжения и переключатель режима входной цепи, который позволяет при необходимости отделить постоянную составляющую из исследуемого сигнала с помощью последовательно включаемого конденсатора.

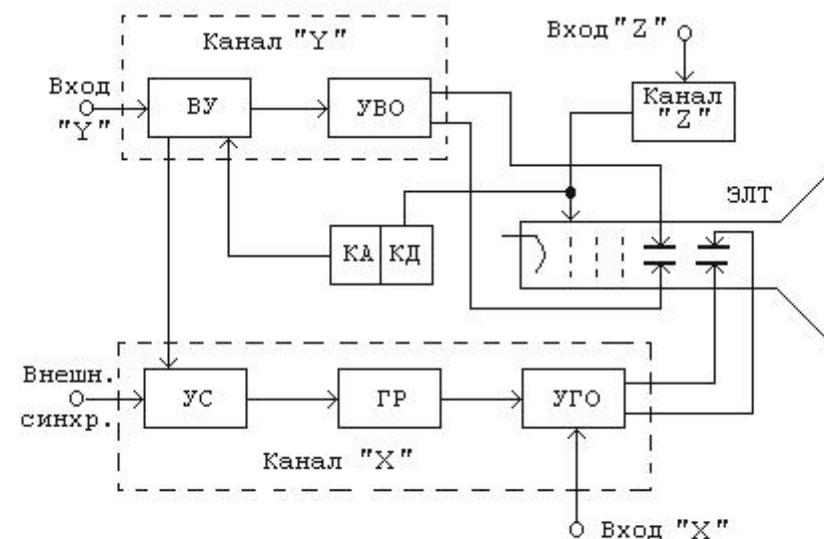


Рис. 4. Упрощенная структурная схема типового осциллографа: ВУ – входное устройство; УВО – усилитель вертикального отклонения; КА – калибратор амплитуды; КД – калибратор длительности; ЭЛТ – электронно-лучевая трубка; УС – усилитель; ГР – генератор развёртки; УГО – усилитель горизонтального отклонения

Усилитель вертикального отклонения усиливает исследуемый сигнал до уровня, достаточного для получения нужного отклонения луча по вертикали. Схема и элементы усилителя должны обеспечить неизменность коэффициента усиления в широком диапазоне частот. Последовательное включение входного делителя напряжения и УВО обеспечивает необходимый динамический диапазон исследуемых сигналов: большие входные сигналы ослабляются делителем, а малые – усиливаются УВО.

Канал горизонтального отклонения служит для формирования напряжения развертки. Он включает в себя генератор развертки ГР и усилитель горизонтального отклонения УГО.

Генератор развертки вырабатывает линейно изменяющееся напряжение. Основным требованием к генератору развертки является получение высокой степени линейности пилообразного напряжения.

Это необходимо для неискаженного воспроизведения на экране осциллографа формы исследуемых процессов.

Очевидно, что для получения на экране ЭЛТ неподвижной осциллограммы необходимо выполнение условия кратности периода развертки  $T_p$  периоду исследуемого сигнала  $T_c$

$$T_p = nT_c,$$

где  $n = 1, 2, 3 \dots$

Для обеспечения этого условия в схемах генераторов развертки предусматривают возможность регулирования периода формируемых пилообразных колебаний в широких пределах. Однако выдержать точно кратность периодов развертки и сигнала на практике оказывается достаточно сложно вследствие нестабильности частоты генератора развертки и изменения частоты исследуемого сигнала. Поэтому дополнительно устойчивость изображения обеспечивает устройство синхронизации УС, входящее в канал горизонтального отклонения, которое осуществляет изменение частоты генератора развертки в некоторых пределах, заставляя его работать с частотой, кратной частоте входного сигнала. Синхронизация осуществляется либо внешним сигналом, функционально связанным с исследуемым процессом (внешняя синхронизация), либо самим исследуемым сигналом, подаваемым на генератор развертки через устройство синхронизации (внутренняя синхронизация).

При получении осциллограмм импульсных сигналов с большой скважностью или непериодических импульсов используют режим ждущей развертки, при котором генератор развертки запускается каждым пришедшим импульсом. Длительность развертки устанавливается примерно равной длительности импульса, и поэтому на экране получается неподвижное изображение импульса, которое занимает большую часть экрана.

Для расширения функциональных возможностей осциллографа у него могут быть дополнительные входы, позволяющие осуществлять управление лучом ЭЛТ. Во многих осциллографах предусмотрена возможность горизонтального отклонения луча внешним напряжением, подаваемым на вход "X". В некоторых осциллографах имеется вход "Z", через который можно подавать управляющее напряжение на модулятор ЭЛТ и тем самым изменять яркость

свечения изображения на экране. Это позволяет, например, отмечать характерные точки на изображении, подавая импульсы на вход "Z" в необходимые моменты времени.

Для повышения точности измерений в осциллографах используют встроенные калибраторы амплитуды КА и длительности КД. Калибраторы называют средствами измерения, входящие в состав осциллографа и представляющие собой меры, с помощью которых градуируют или проверяют градуировочные характеристики осей экрана осциллографа: вертикальной – в единицах напряжения, горизонтальной – в единицах времени. Часто калибраторы выполняют в виде генераторов прямоугольных импульсов с известными и стабильными значениями амплитуды и частоты. По этим значениям осуществляют проверку градуировки осей экрана.

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Перед выполнением экспериментальной части работы студенты должны изучить построение и принцип действия универсального осциллографа по сведениям, изложенным в разделах 1, 2 и 3 настоящих указаний. Преподаватель проверяет уровень усвоения материала путём опроса студентов и дает разрешение на выполнение экспериментальной части.

Ниже приведен порядок выполнения экспериментальной работы с универсальным осциллографом типа С1-65. При исследованиях используются испытательные сигналы стенда 87Л-01 лаборатории радиоэлектроники кафедры РТУ. При необходимости вместо стенда можно использовать типовой генератор низкочастотных гармонических колебаний и стандартный источник постоянного напряжения 0-50 В. Кроме того, с помощью данных методических указаний можно изучать другие типы осциллографов с некоторыми не принципиальными корректировками раздела 4.

По результатам выполненной работы каждый студент оформляет отчет и сдает его преподавателю. В отчете должна быть приведена структурная схема осциллографа с расшифровкой основных элементов схемы. Материалы разделов отчета должны быть развернутыми,

с пояснением наблюдаемых эффектов и расшифровкой производимых вычислений. Каждый раздел должен начинаться с порядкового номера и цели эксперимента, выполняемого в рамках данного раздела. Цель эксперимента сформулирована в заголовках разделов.

После завершения экспериментальной части лабораторной работы необходимо отключить питающие напряжения от приборов и привести в порядок рабочее место.

#### 4.1. Общее знакомство с осциллографом

Включить осциллограф тумблером «Сеть». При этом должна загореться сигнальная лампочка «Сеть». Переключатель развертки поставить в положение «Авто». Ручками смещения луча по вертикали « $\updownarrow$ » и горизонтали « $\blacksquare$ » установить развёртку в середине экрана. Ручками регулировки яркости луча « $\odot$ » и фокусировки « $\odot$ » установить нормальную яркость луча и сфокусировать его. Ручку подсветки масштабной сетки экрана осциллографа вывести в крайнее левое положение. Множитель развертки поставить в положение «X1», а переключатель длительности развертки – в положение «50 ms».

Вращая внутреннюю ручку переключателя развертки «Плавно», наблюдать изменение скорости развертки. Результаты наблюдений кратко изложить в отчёте.

#### 4.2. Работа осциллографа в режиме однократной развертки

Переключатель видов развёртки поставить в положение «Однокр». Ручку переключателя развёртки «Плавно» поставить в крайнее левое положение, а переключатель синхронизации – в положение «Сеть».

Нажимая кнопку «Готов», наблюдать движение луча по экрану. Повторить наблюдения при более быстрых развертках луча. Результаты наблюдений кратко изложить в отчёте.

#### 4.3. Определение частоты развертки осциллографа

Переключатель режимов развёртки поставить в положение «Авто», переключатель синхронизации – в положение «Внутр», ручку переключателя развёртки «Плавно» – в крайнее правое положение.

Вращая переключатель развёртки, определить, при какой частоте развёртывающего напряжения глаз перестаёт замечать мелькания развёртки. При определении частоты развёртки считать, что развёртка занимает 11 делений масштабной сетки экрана осциллографа. Цена деления горизонтальной оси масштабной сетки указана на внешней шкале переключателя длительности развёртки.

Результаты измерений с соответствующими пояснениями привести в отчёте.

#### 4.4. Определение частоты следования импульсных сигналов

Подсоединить кабель к входу осциллографа и с его помощью подать на вход напряжение с выхода калибратора, встроенного в осциллограф. Внутренней ручкой калибратора включить его. Внешнюю ручку калибратора поставить в положение 5V. Ручкой переключателя входного аттенюатора установить на экране осциллографа импульсы калибратора таким образом, чтобы их амплитуда была не менее 6-8 делений масштабной сетки экрана осциллографа по вертикали. Внутренняя ручка входного аттенюатора должна находиться в крайнем правом положении.

Переключатель синхронизации поставить в положение «Внутр», а ручкой «Уровень» добиться устойчивого изображения прямоугольных импульсов на экране. Переключателем развёртки установить на экране два периода колебаний.

По горизонтальной оси масштабной сетки экрана осциллографа и внешней шкале переключателя длительности развёртки произвести измерение периода колебаний и определить частоту следования импульсов калибратора. Проверить соответствие периода колебаний калибратора и цены деления масштабной сетки экрана осциллографа при определённом положении переключателя развёртки.

Внутреннюю ручку переключателя развёртки «Плавно» повернуть в крайнее левое положение и снова определить частоту следования импульсов. По результатам двух измерений определить диапазон плавного изменения частоты развёртки.

Результаты измерений привести в отчёте и сделать выводы.

#### 4.5. Измерение амплитуды импульсных сигналов

Получить на экране импульсы калибратора по методике пункта 4.5. Измерить амплитуду импульсов по вертикальной оси масштабной сетки экрана. Цена деления масштабной сетки приведена на внешней шкале переключателя входного аттенюатора.

Установив ручку «Плавно» входного аттенюатора в крайнее левое положение, вторично измерить амплитуду исследуемых сигналов и по результатам измерений определить диапазон плавного изменения амплитуды сигналов.

Результаты измерений привести в отчёте и сделать выводы.

Выключить калибратор и отсоединить выход калибратора от входа осциллографа.

#### 4.6. Измерение параметров гармонических сигналов

Найти на лабораторном стенде генератор низкой частоты «ГНЧ». Ручку «Диапазон» генератора поставить в положение 1 кГц, ручку «Амплитуда» – в крайнее правое положение, а ручку «Частота» установить ориентировочно в среднее положение.

Подать на вход осциллографа с помощью кабеля сигналы ГНЧ с клеммы 1:1, строго соблюдая полярность подключения сигнального и корпусного входов осциллографа. Переключатель развёртки осциллографа поставить в положение «Ждуц».

После проверки преподавателем произведённых соединений включить стенд тумблером «Сеть» и генератор низкой частоты тумблером «ГНЧ». Ручкой «Уровень» осциллографа добиться устойчивого изображения сигнала на экране.

Переключателем развёртки установить на экране 3-4 периода колебаний гармонического сигнала. Вращая ручку «Частота» ГНЧ, наблюдать на экране изменения периода колебаний исследуемого сигнала. Установить ручку «Частота» ГНЧ в среднее положение и измерить с помощью осциллографа амплитуду и частоту исследуемого сигнала, используя методику предыдущих пунктов.

Результаты измерений привести в отчёте.

#### 4.7. Измерение фазовых сдвигов исследуемых сигналов

Ручку «Уровень» синхронизации осциллографа установить ориентировочно в среднее положение. Тумблером переключения полярности синхронизирующего сигнала включать поочередно обе полярности. Дать объяснения происходящим на экране изменениям осциллограммы при переключениях. Определить в градусах значение сдвига по фазе исследуемого сигнала при разных полярностях сигналов синхронизации.

Результаты наблюдений и измерений привести в отчёте.

#### 4.8. Измерение постоянных напряжений

Переключатель режимов развёртки поставить в положение «Авто», а переключатель синхронизации – в положение «Внутр». Подать на вход осциллографа напряжение с источника «ГН2» стенда, строго соблюдая полярность включения. Ручку «Грубо» источника установить в среднее положение.

С помощью осциллографа определить значение исследуемого напряжения. Для определения «нулевого» уровня использовать переключатель входа осциллографа (положение « $\perp$ »). Перемещая ручку «Грубо» источника ГН2 поочередно в крайние правое и левое положения, определить значения минимального и максимального напряжений источника.

Результаты измерений привести в отчёте.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите о назначении и основных технических характеристиках электронно-лучевых осциллографов.
2. Расскажите о построении и принципе действия электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).
3. Какие основные технические характеристики ЭЛТ вы знаете?
4. Поясните принцип формирования осциллограммы на экране ЭЛТ.
5. Какие параметры исследуемых сигналов можно измерять с помощью осциллографа?
6. При каких размерах осциллограммы достигается наибольшая точность измерения параметров исследуемых сигналов?
7. Нарисуйте обобщённую структурную схему осциллографа и расскажите о назначении его основных узлов.
8. Как определить цену деления масштабной сетки экрана осциллографа?
9. Каким образом осуществляется проверка градуировки осей экрана осциллографа?
10. Как обеспечивается устойчивость изображения на экране осциллографа?
11. Поясните результаты экспериментальных исследований, приведенных в отчёте.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мирский Г.Я. Электронные измерения. М.: Радио и связь, 1986. – 440 с.
2. Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений. - М.: Мир, 1990. – 535 с.
3. Кукуш В.Д. Электрорадиоизмерения: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1985. – 368 с.
4. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин: Учеб. пособие для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 384 с.

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА



# ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

*Методические указания к лабораторной работе*

Учебное издание

**ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ**

*Методические указания*

Составитель: *Никольский Борис Аркадьевич*

Редактор Н. С. Куприанова

Компьютерная верстка Т. Е. Половнева

Подписано в печать 11.08.2003 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,16. Усл. кр.-отт. 1,24. Уч.-изд.л. 1,25.

Тираж 100 экз. Заказ . Арт. С-43/2003.

Самарский государственный аэрокосмический  
университет им. академика С. П. Королева.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

РИО Самарского государственного  
аэрокосмического университета.  
443001 Самара, ул. Молодогвардейская, 151.

---

САМАРА 2003