

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение Астраханской области
«Астраханский колледж вычислительной техники»**

Специальность 13.02.11

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Изучение виртуального цифрового осциллографа

по дисциплине "Измерительная техника"

Методические рекомендации
АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Составил преподаватель:

(Цепляев В.К.)

Рассмотрено на заседании цикловой
комиссии специальности 13.02.11
"Техническая эксплуатация и
обслуживания электрического и электро-
механического оборудования в нефтяной
и газовой промышленности"

Протокол № ____ от _____

Рекомендовано для студентов.

Председатель комиссии:

(Ветлугин В.В.)

2018

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цель работы.....	3
2	Приборы и оборудование.....	3
3	Правила техники безопасности.....	3
4	Теоретическая часть.....	4
5	Порядок выполнения работы.....	22
6	Содержание отчета.....	25
7	Контрольные вопросы.....	25
8	Используемая литература.....	25
	Приложение А. Генератор ГЗ-106.....	26
	Приложение Б. Осциллограф цифровой двухканальный АСК-3106.....	27

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
Разраб.	Цепляев			
Пров.	Ветлугин			
Н.контр.				
Утв.				

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

**Изучение виртуального
цифрового осциллографа**
Методические рекомендации

<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
У	2	29

АКВТ

1 Цель работы

1.1 Приобретение навыков работы с виртуальным цифровым осциллографом.

2 Приборы и оборудование

2.1 Генератор ГЗ-106.

2.2 Осциллограф цифровой запоминающий двухканальный АСК-3106.

2.3 Компьютер Pentium II.

3 Правила техники безопасности

3.1 Убедиться в том, что приборы, участвующие в измерениях, надёжно соединены с шиной защитного заземления.

3.2 Убедиться в наличии и исправности сетевых предохранителей измерительных приборов.

3.3 Соблюдать указания мер безопасности, приведённые в руководстве по эксплуатации приборов и оборудования, применяемых в данной работе.

3.4 Соблюдать все требования техники безопасности при работе в лаборатории электротехнических измерений.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
3

4 Теоретическая часть

4.1 Осциллограф цифровой запоминающий двухканальный АСК-3106 предназначен для отображения формы сигнала на мониторе компьютера и сохранения сигнала в памяти.

Осциллограф имеет два аналоговых входа (каналы А и В) и вход внешней синхронизации, совмещенный с выходом калибратора.

4.2 Структурная схема модуля показана на рисунке 1.

Входное устройство состоит из переключателя входа (открытый (-), закрытый (~), земля (⊥), входное сопротивление 50 Ом), аттенюатора АТТ и усилителя. Аттенюатор (делитель) и усилитель приводят сигналы к рабочему диапазону АЦП.

Вход открытый (-) пропускает без изменений сигнал на вход аттенюатора.

Вход закрытый (~) не реагирует на постоянное напряжение, так как оно падает на разделительном конденсаторе. При закрытом входе исключается вертикальное смещение сигналов на экране из-за постоянного напряжения.

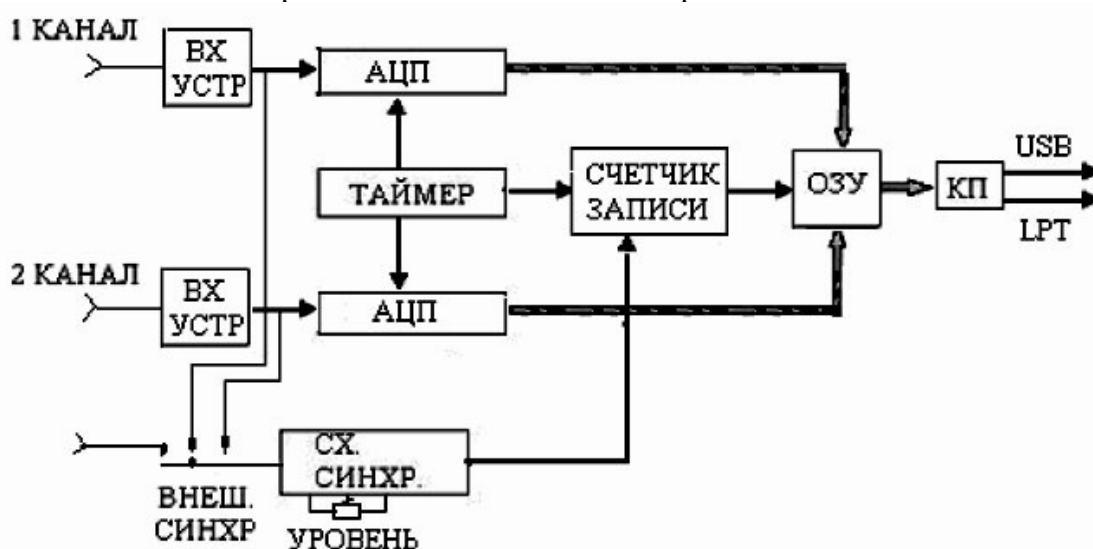


Рисунок 1 - Структурная схема осциллографа цифрового запоминающего двухканального АСК-310

В процессе измерений изображения сигналов в разных узлах цепи, имеющих различный уровень постоянного напряжения, также не будут смещаться по вертикали.

Вход земля (⊥) применяется для заземления входа осциллографа с одновременным отключением его от сигнала. Он предназначен для поиска или перемещения линии развертки с нулевым напряжением на входе (“нулевая” линия). С его помощью можно определить полярность импульса.

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Копировал

Формат А4

Лист
4

Изображение импульса, которое находится выше “нулевой” линии развертки, имеет положительную полярность, ниже –отрицательную.

Вход 50 Ом включается для согласования входного сопротивления осциллографа с волновым сопротивлением кабеля.

Согласование требуется для импульсов с короткой длительностью фронта (1–100 нс) и сигналов синусоидальной формы в высокочастотном диапазоне частот больше 1 МГц.

В согласованном режиме отсутствуют отражения импульсов от входа осциллографа и стоячие волны при измерении синусоидальных сигналов. В этом режиме сопротивление 50 Ом подключается параллельно входному сопротивлению 1 МОм, шунтируя его.

Если вход 50 Ом отсутствует в осциллографе, то ко входу подключается разъем тройникового типа, к одному из входов которого подключается “разъем – заглушка” с сопротивлением 50 Ом, а к другому измерительный кабель.

АЦП преобразует аналоговый непрерывный сигнал в дискретный.

АЦП считывает мгновенные значения через одинаковые интервалы времени (шаг дискретизации), преобразуя входное напряжение очередной выборки в цифровой код.

Основные характеристики АЦП:

- а) минимальный шаг дискретизации Δt ;
- б) количество разрядов и рабочий диапазон входного напряжения U_P .

Для 8–разрядного АЦП экран осциллографа разбивается на 256 (28) уровней по вертикали.

Абсолютная погрешность АЦП составляет один уровень, поэтому относительная погрешность будет равна $1/256=0,4\%$.

Шаг квантования по вертикали составляет $U_P/256$.

Минимальный шаг дискретизации (1–10 нс) зависит от быстродействия АЦП. Часто в паспортных данных приводят максимальную частоту выборки, вычисляемую в единицах 1Gs/s –

1 GigaSample/second (одна гигавыборка в секунду), что эквивалентно частоте выборки, измеряемой в ГГц.

Таймер вырабатывает тактовые импульсы выборки АЦП.

Шаг дискретизации должен превышать время преобразования АЦП для корректного преобразования аналогового сигнала в дискретный.

Таймер обеспечивает равномерное считывание данных, являясь аналогом генератора развертки.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
5

Шаг дискретизации Δt не всегда выбирается минимальным.

Это связано с ограниченным объемом памяти ОЗУ. Если длительность сигнала большая (миллисекундный диапазон), то частые выборки мгновенных значений приведут к быстрому переполнению памяти.

В результате в память будет записан небольшой по длительности фрагмент сигнала. Поэтому шаг дискретизации (или частота выборки) зависит от длительности развертки T , которая равна интервалу времени, в течение которого развертка проходит весь экран осциллографа в горизонтальном направлении. Шаг дискретизации равен

$$\Delta t = T / V = k_p L / V,$$

где V – объем памяти,

k_p – коэффициент развертки,

L – число горизонтальных делений экрана (обычно 10 дел).

Например, для отображения одного периода синусоиды с частотой 1 кГц с помощью модуля с объемом памяти 10 Кбайт требуется шаг дискретизации равный 100 нс. Это значение в десятки раз превышает минимальный шаг дискретизации, обычно составляющей 1–10 нс.

ОЗУ служит для записи амплитудно-временных параметров сигнала для последующего его отображения на экране монитора или для записи данных в файл с целью их накопления в архиве и дальнейшей программной обработки.

В качестве ОЗУ может использоваться оперативная память компьютера, если пропускная способность канала передачи модуля, длина линии связи модуля с компьютером и тактовая частота системной платы достаточны для передачи данных в оперативную память компьютера.

Если поток входных данных высокий, то микросхемы памяти устанавливаются внутри модуля. После записи данных в быстродействующее ОЗУ модуля они более медленно передаются в память компьютера через канал передачи и линию связи (USB, RS-232).

Объем памяти ОЗУ равен количеству ячеек, в которые записываются 8–12–разрядные коды выборок.

Объем ОЗУ измерительных модулей составляет 2–128 Кбайт.

Схема синхронизации служит для получения устойчивого изображения сигнала на экране монитора.

Экран и оперативная память осциллографа делятся на две части:

а) первая часть – для записи сигнала до момента прихода импульса синхронизации;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
6

б) вторая часть – для записи сигнала после импульса синхронизации.

Перемещение по адресам памяти осуществляет счетчик записи, на вход которого поступают тактовые импульсы от таймера, а на выходе формируется номер тактового импульса в двоичном коде (см. рисунок 3).

Момент прихода синхроимпульса обозначается буквой Т (Trigger). Импульс синхронизации формируется или самим исследуемым сигналом (внутренняя синхронизация), или является внешним (внешняя синхронизация).

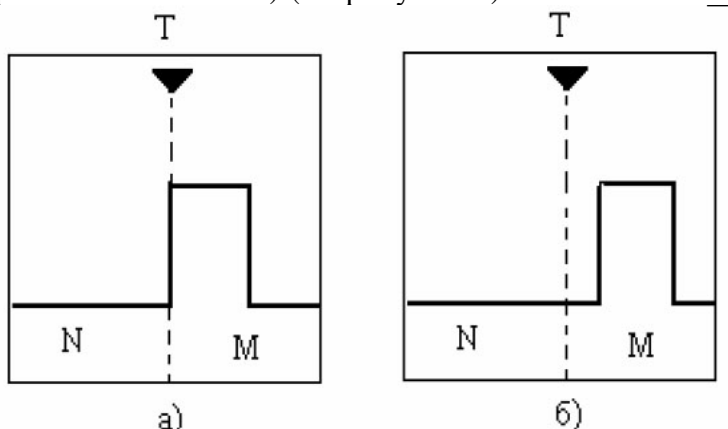
Левая часть экрана отображает предысторию исследуемого импульса, которая предшествует моменту запуска.

Правая часть экрана отображает сигнал с момента запуска.

Для того чтобы сохранить информацию до момента события запуска, необходимо непрерывно записывать информацию в память.

Вся память циклически обновляется после считывания из нее информации для отображения формы сигнала на экране.

Во время считывания сигнала из памяти данные из АЦП не записываются (запись сигнала приостанавливается) (см.рисунок 2).



а) при внутренней синхронизации, б) при внешней синхронизации
(Т – момент запуска, N – длина предзаписи, М – длина послезаписи с момента синхронизации)

Рисунок 2 - Изображение импульса на экране

Процесс запоминания сигнала делится на два этапа: записи и чтения.

Они регулируются двумя значениями счетчика записи: “Задержка записи” с объемом памяти N ячеек и “Длина послезаписи” с объемом памяти M ячеек.

Пользователь в настройках устанавливает эти значения. Их сумма N+M не должна превышать объема памяти осциллографа.

Объем памяти в исходной настройке может делиться пополам: N=M. Тогда

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

момент запуска синхронизации T будет находится в середине экрана.

В аналоговых осциллографах нет возможности регистрировать сигнал до момента внутренней или внешней синхронизации.

Синхроимпульс всегда запускает развертку луча на экране, поэтому информация о сигнале до момента синхронизации недоступна.

В аналоговом осциллографе длительность развертки соответствует данным, записанным в M ячеек памяти (N=0).

Основным отличием развертки в цифровых осциллографах от развертки в аналоговых является регистрация предыстории сигнала путем непрерывного обновления памяти.

4.3 Пользовательский интерфейс виртуального осциллографа

Пользовательский интерфейс программы состоит из набора рабочих панелей (окон).

Каждая панель содержит набор управляющих элементов, при помощи которых можно влиять на работу программы, и индикаторов, отображающих рабочее состояние осциллографа.

Большинство этих элементов являются частью стандартного интерфейса Windows.

Все элементы пользовательского интерфейса, которые могут вызвать сомнения в своем назначении, снабжены короткими пояснениями, которые появляются в маленьком окошке, если подвести к этому элементу курсор мыши и оставить его там некоторое время неподвижным.

Всплывающие подсказки могут быть включены или выключены с помощью панели настроек или командой "Всплывающие подсказки" меню "Настройки".

Для управления программой можно также использовать команды выпадающего меню главной панели.

4.3.1 Главная панель.

Предназначение управляющих элементов и индикаторов будет проведено в сжатом формате, так как большая часть инструментальных кнопок встречается в других пакетах программ и операционных систем.

Общий вид главной панели изображен на рисунке 3.

4.3.2 Панель управления

Вид панели управления показан на рисунке 4.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
8

Ее можно разделить на три области:

а) **канал А и канал В** относятся к каналу вертикального отклонения осциллографа.

Здесь регулируются коэффициенты отклонения и смещения сигналов по вертикали;

б) **запуск** относится к схеме синхронизации.

Устанавливаются режимы запуска (уровень, нарастание/спад, источник сигнала запуска);

в) **развертка** устанавливает масштаб развертки во времени (время/деление).

Канал А (В) включает в себя регулятор коэффициента отклонения (В/дел).

Метка включает/выключает изображение сигнала каждого канала.

Цвет сигнала на экране можно изменять.

Смещение – регулятор смещения линии развертки по вертикали.

В окне с выпадающим списком отображается значение смещения линии развертки относительно линии развертки с нулевым напряжением на входе (вход заземлен).

Смещение по вертикали можно изменять с большим шагом (грубо) или более плавно с помощью кнопки $\times 10$.

Для корректного отображения величины смещения необходимо предварительно провести процедуру калибровки смещений.

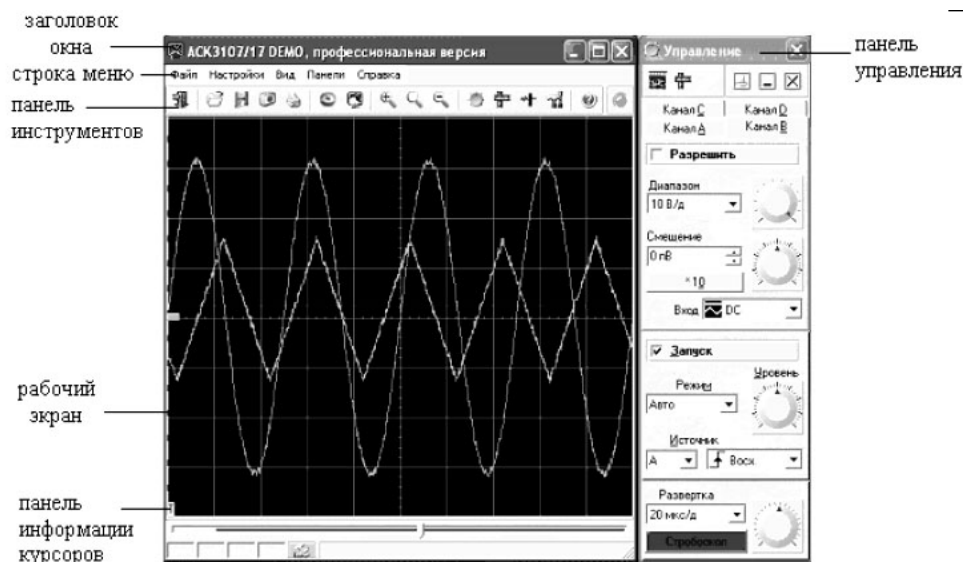


Рисунок 3 - Общий вид главной панели и панели управления

Запуск развертки включает схему синхронизации осциллографа.

Режим – режим запуска развертки.

Ине. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
9

Копировал

Формат А4

Существуют четыре режима запуска развертки:

- а) автоколебательный;
- б) ждущий;
- в) однократный;
- г) режим самописца.

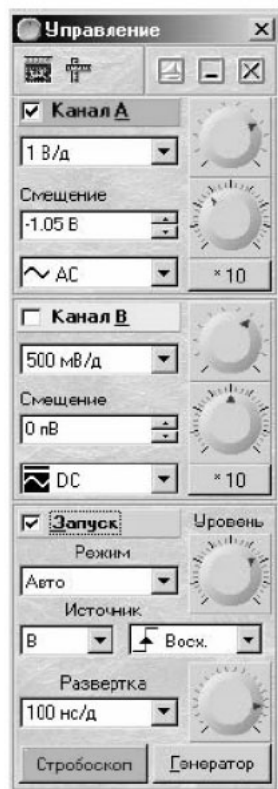


Рисунок 4 - Панель управления

“Авто” – регистрация измерений начинается вне зависимости от выполнения условия запуска, регистрация данных перезапускается после окончания сбора.

Развертка сигнала происходит в автоматическом режиме независимо от того, есть ли сигнал на входе или его нет.

В этом режиме всегда видна линия развертки.

“Ждущий” – регистрация измерений начинается после срабатывания схемы синхронизации при определенном уровне сигнала, регистрация данных перезапускается после окончания сбора данных.

Если условие запуска не выполнено, развертка сигнала на экране не отображается.

“Однокр.” – одиночный запуск развертки.

Аналогичный ждущему режиму, за исключением того, что регистрация данных не перезапускается после сбора.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
10

“**Самописец**” – регистрация измерений в режиме самописца, то есть медленной развертки с большим временным шагом дискретизации.

Уровень – регулятор уровня, при котором запускается развертка.

Постоянный уровень запуска пересекает исследуемый сигнал при нарастающем или спадающем напряжении.

Более точный выбор точки запуска выбирается из списка, который имеет два значения:

“**Восх.**”- по восходящему напряжению (по фронту положительного импульса, когда отображается фронт или полностью импульс).

“**Спад.**” – по спадающему напряжению (по срезу положительного импульса, когда отображается только срез импульса и то, что следует за ним).

Источник – переключатель сигнала, который будет поступать на схему синхронизации для запуска развертки.

Существует внутренняя синхронизация от канала А или В и внешняя Е (External).

“**А**” – запуск (синхронизация) от канала А,

“**В**” – запуск (синхронизация) от канала В,

“**Е**” – запуск от внешнего сигнала, поступающего на вход внешней синхронизации.

Сигнал внешнего запуска можно подключать к внешнему входу “**ВНЕШНИЙ ЗАПУСК**” только при включённой кнопке “**Е**”.

Развертка – регулятор коэффициента развертки плавно или путем выбора значения из списка.

– индикатор использования стробоскопического режима.

– кнопка включения/выключения калибратора.

4.3.3 Панель измерений

Панель измерений показана на рисунке 5.

На панели отображаются коэффициенты отклонения, развертки и координаты курсоров.

Курсоры (см.рисунок 6):

dX – разность между курсорами по оси X;

dYA – разность между курсорами по оси Y для канала А;

dYB – разность между курсорами по оси Y для канала В;

X1 – положение 1 курсора по оси X;

YA1 – положение 1 курсора по оси Y для канала А;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
11

- YB1 – положение 1 курсора по оси Y для канала B;
- X2 – положение 2 курсора по оси X;
- YA2 – положение 2 курсора по оси Y для канала A;
- YB2 – положение 2 курсора по оси Y для канала B.



Рисунок 5 - Панель измерений

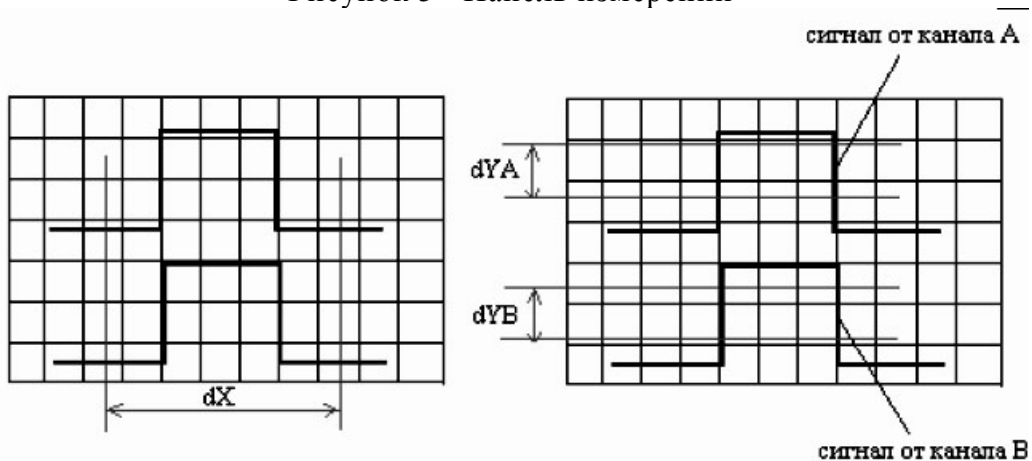


Рисунок 6 - Осциллограммы, поясняющие курсорные измерения

4.3.4 Панель цифровой фильтрации.

Панель цифровой фильтрации (см. рисунок 7) служит для исключения высокочастотных и случайных помех и наводок, которые могут суммироваться с

Инв. № подл. Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
12

полезным сигналом.

Эти наводки могут возникать на измерительных кабелях и проводах при подключении осциллографа к измерительной цепи.

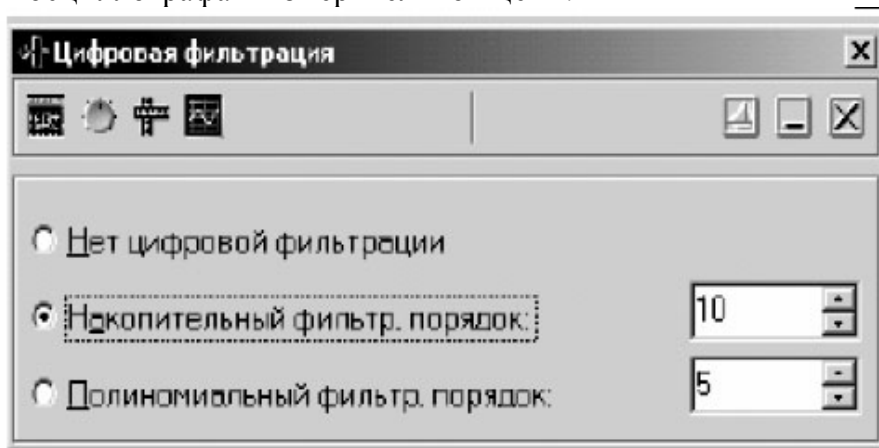


Рисунок 7-Панель цифровой фильтрации

Исключение высокочастотных наводок (см. рисунок 8) производится путем усреднения напряжения в каждой точке сигнала при десятикратном сборе данных.



Рисунок 8 - Осциллограммы прямоугольного импульса с высокочастотной помехой без включения накопительного фильтра и с включенным накопительным фильтром порядка 10

То есть, данные 10 разверток усредняются по каждой точке выборки, а потом выводятся на экран.

Так как высокочастотное напряжение наводки имеет случайный характер в каждой точке выборки, то сумма мгновенных положительных и отрицательных напряжений, зарегистрированных в случайных фазах высокочастотного сигнала помехи, будет равна нулю.

Накопительный фильтр – “вкл./выкл.” накопительный фильтр для обоих каналов.

Для каждой точки времени отображается среднее за указанное количество

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
13

сборов значение сигнала.

Количество точек для усреднения задается в диапазоне от 0 до 50.

Полиномиальный фильтр – используется быстрый алгоритм многопроходного биномиального сглаживания.

4.3.5 Панель настроек.

Панель настроек приведена на рисунке 9.

ЕРР-интерфейс / USB-интерфейс – переключатель интерфейса между прибором и компьютером.

Адрес прибора – задает индивидуальный адрес осциллографа (от 0 до 31, определяется переключками на плате внутри модуля).

ЕРР адрес – адрес используемого параллельного порта (шестнадцатеричное число, обычно 0x378).

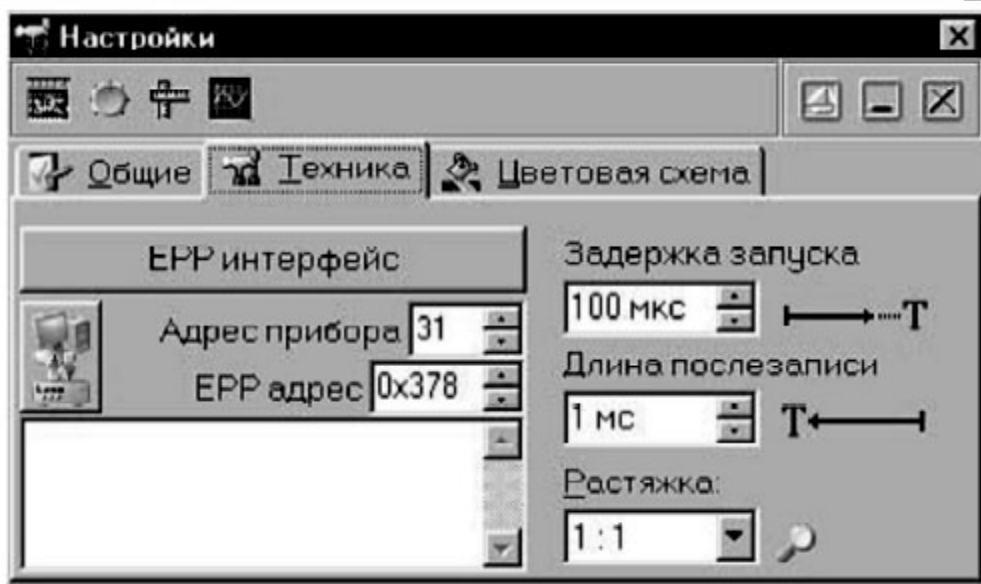


Рисунок 9 - Панель настроек

Задержка запуска – время предыстории сигнала, в течение которого отображается форма сигнала до момента запуска синхронизации.

Определяет количество выборок, собираемых прибором перед переходом в режим ожидания события запуска.

Допустимые значения: от 0 до 131071 (128 Кбайт).

Отображаемый интервал времени в секундах зависит от установленной развертки и является результатом умножения числа выборок на шаг дискретизации.

Например, изображение прямоугольного импульса на экране монитора будет точно таким же, как и изображение этого же импульса на экране аналогового

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Копировал

Формат А4

осциллографа при внешней синхронизации, при которой синхроимпульс опережает основной прямоугольный импульс на то же самое время, как и время предыстории.

Таким образом, время предыстории (задержки запуска) аналогично времени запаздывания прямоугольного импульса относительно синхроимпульса.

В цифровом осциллографе предыстория импульса отображается за счет непрерывного запоминания сигнала в памяти, а в аналоговом осциллографе – в результате более ранней развертки от опережающего синхроимпульса.

Длина послезаписи – время развертки послезаписи (время сбора данных после запуска синхронизации).

Определяет количество выборок, собираемых прибором после возникновения события запуска.

Допустимые значения от 0 до 131071 выборок.

Отображаемый интервал времени в секундах зависит от установленной развертки и является результатом умножения числа выборок длины послезаписи на шаг дискретизации.

Сумма значений задержки запуска и длины послезаписи (в выборках) дают общий размер буфера данных, который будет прочитан программой из прибора по окончании цикла измерений.

При этом общий размер буфера данных не может превышать 131072 выборок на канал.

Если выбрать задержку записи и длину послезаписи такими, что их сумма превысит указанный предел, самые ранние данные будут перезаписаны и таким образом потеряны.

Для записи сигнала можно использовать часть памяти из 128 Кбайт.

Растяжка – величина растяжки основного графика осциллографа.

Так как невозможно отобразить на экране монитора весь объем памяти с записанным сигналом (128 Кбайт выборок), то на экран выводится часть сигнала (1000 выборок, растяжка 1:1).

Число выводимых на экран точек можно регулировать от 10000 до 100, изменяя коэффициент растяжки от 10:1 до 1:10.

При изменении растяжки изменяется объем информации, выводимой на экран, масштаб графика и значения разверток.

Параметры развертки при различных значениях растяжки даны в таблице 1.

4.3.6 Панель самописца.

В нижней части окна самописца (см.рисунок 10) показаны кнопки “лентопротяжного” типа для прокрутки записанного сигнала.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
15

Окно обзорного графика изображено над кнопками управления.

Это окно не масштабируется и всегда отображает 10000 выборок.

На основном графике самописца, находящимся выше обзорного графика, показан фрагмент записанного сигнала объемом 1000 выборок.

Вертикальными пунктирными линиями отображаются два курсора (метки времени), служащие для измерения временных интервалов.

Таблица1-Параметры развёрток

Коэффициент растяжки	Значение растяжки	Масштаб	Коэффициент развертки
10:1	10000 выборок	1000 точек/дел.	100 нс/дел.
5 : 1	5000 выборок	500 точек/дел.	50 нс/дел.
1 : 1	1000 выборок	100 точек/дел.	10 нс/дел.
1 : 2	500 выборок	50 точек/дел.	5 нс/дел.
1 : 5	200 выборок	20 точек/дел.	2 нс/дел.
1 : 10	100 выборок	10 точек/дел.	1 нс/дел.

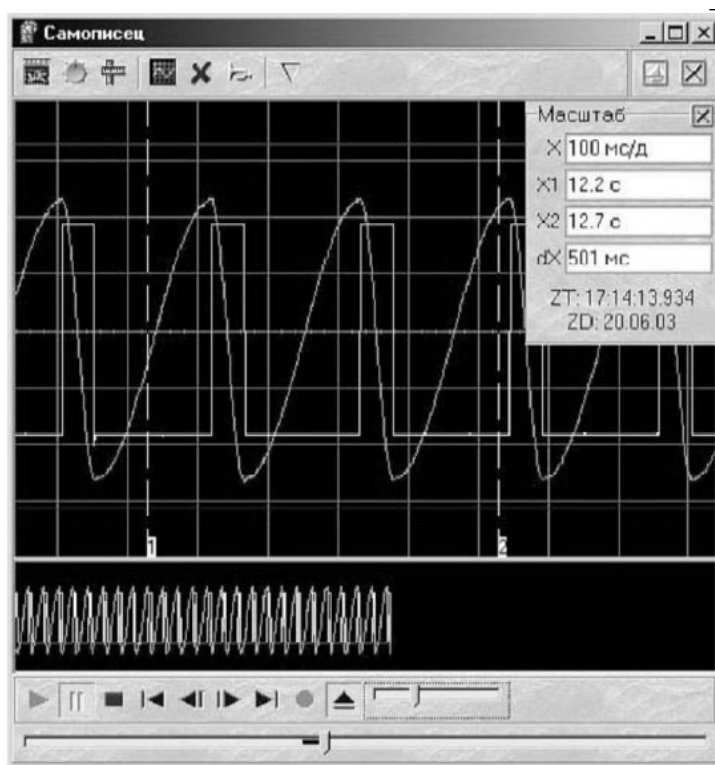


Рисунок 10 - Панель самописца

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
16

4.3.7 Структура выпадающих **меню главной панели** (см.рисунок 11) дает наиболее полные возможности для управления программой.

Наиболее важные команды меню.

Чтение (запись) данных из файла ... – вызов диалогового окна для сохранения (загрузки) файла данных и настроек осциллографа.

Сохранить изображение в файл... – сохранить изображение сигнала на графике в файл в форматах BMP, WMF, EMF.

Записать (прочитать) конфигурацию – позволяет сохранить (загрузить) файл настроек прибора.

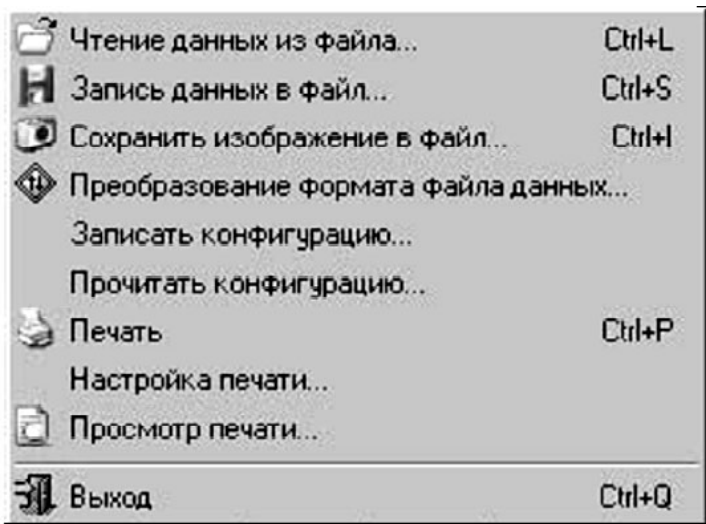


Рисунок 11 - Меню "Файл"

4.3.8 Меню **"Настройки"** (см.рисунок 12).

Щуп А (В) – выбор типа используемого щупа со встроенным делителем 1:1, 1:10 или 1:100 для канала А (В).

Если в корпусе щупа измерительного кабеля включен делитель 1:10 или 1:100, то коэффициент отклонения осциллографа автоматически умножается на 10 или 100, чтобы новый коэффициент отклонения учитывал внешний делитель измерительной цепи *щуп + осциллограф*.

При этом пользователю не требуется каждый раз умножать измеренные значения на 10 или 100, чтобы учесть коэффициент деления щупа измерительного кабеля.

Аналоговый фильтр запуска – включить/выключить фильтр нижних частот, ограничивающий сверху частоту запускающих сигналов уровнем 3,5 МГц.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Автоматическая настройка на сигнал – по этой команде происходит автоматическая синхронизация и масштабирование сигнала для получения устойчивого изображения на экране монитора.

Калибровка смещений – ручной вызов процедуры калибровки смещений нулевой линии.

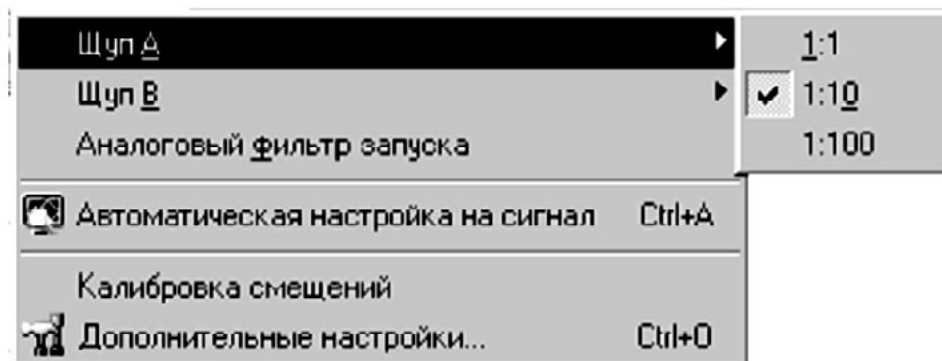


Рисунок 12 - Меню "Настройки".

4.3.9 Меню "Вид" (см. рисунок 13).

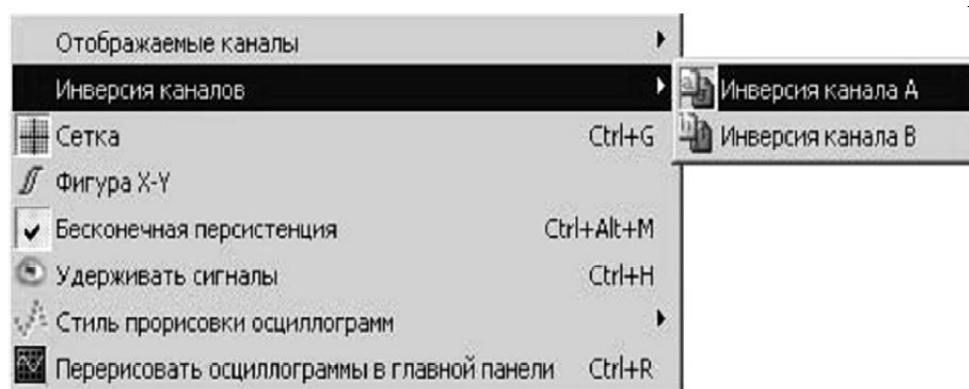


Рисунок 13 - Меню "Вид"

Отображаемые каналы – включить/выключить отображение каналов А (В) на экране .

Инверсия каналов – включить/выключить вертикальную инверсию (умножение на -1) по каждому из каналов.

Сетка – включить/выключить отображение сетки на экране.

Фигура X-Y – включить/выключить отображение зависимости $Y(X)$ вместо $Y(t)$.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
18

Бесконечная персистенция – новые осциллограммы выводятся поверх предыдущих.

Старые осциллограммы не удаляются с экрана.

Удерживать сигналы – оставить текущие сигналы на экране для сравнения.

Пока эта опция остается отмеченной, на основном графике сохраняются размытые изображения сигналов на момент нажатия.

Новые изображения появляются поверх старых изображений.

Стиль прорисовки осциллограмм – выбор режима изображения осциллограмм.

“Только точки” – каждая снятая выборка изображается отдельной точкой на графике.

“Ломаная линия” – точки выборок соединяются прямыми отрезками.

“Сглаженная линия” – точки выборок соединяются линией с использованием сплайн-интерполяции.

4.3.10 Меню “Панели” (см. рисунок 14).

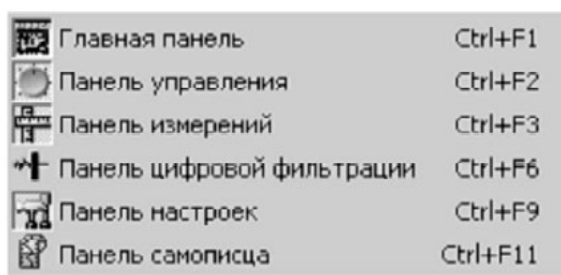


Рисунок 14 - Меню “Панели”

Содержит список основных рабочих панелей:

- а) главной;
- б) управления;
- в) измерений;
- г) цифровой фильтрации;
- д) настроек;
- е) самописца.

4.4 Запись данных в файл и обработка файлов внешними редакторами

Для записи файлов используется универсальный текстовый формат CSV (Comma Separated Values), который может быть в дальнейшем открыт как самой программой осциллографа, так и любым текстовым редактором или электронной

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

таблицей (Excel).

В начале файла построчно записываются комментарий пользователя и настройки осциллографа, занимающие 8 строк.

Начиная с 9 строки записываются данные каналов А и В.

Если используется вся память осциллографа, то таких строк будет около 131 тысячи, равное объему памяти.

Записываемые данные имеют следующую структуру:

1–я строка: <пользовательский комментарий>;

2–я строка: <код горизонтальной развертки>;

3–я строка: <код входного диапазона канала А>,
<коэффициент щупа канала А>;

4–я строка: <код входного диапазона канала В>,
<коэффициент щупа канала В>;

5–я строка: <код грубого смещения канала А>,
<код тонкого смещения канала А>;

6–я строка: <код грубого смещения канала В>,
<код тонкого смещения канала В>;

7–я строка: <задержка запуска>,
<положение запуска>;

8–я строка: <длина послезаписи>;

9–я строка: <код канала А>,<код канала В>;

10–я строка: <код канала А>,<код канала В>;

11–я строка: <код канала А>,<код канала В>;

и так далее..

Изображение сигналов на экране монитора можно сохранить в виде фотографии экрана осциллографа с помощью графических файлов в формате BMP (Windows bitmap) или в векторных форматах WMF или EMF (Windows metafile).

Однако в этом случае не сохраняются настройки прибора.

Другим методом является запоминание в буфере обмена изображения всего экрана монитора с помощью клавиш <Print Screen>.

Записанный файл можно программно обработать по определенному алгоритму.

В начале специальная программа открывает файл с данными и построчно считывает данные из файла в массив, затем обрабатывает данные по заданному алгоритму и выводит результат на экран или сохраняет его в другом файле.

Для обработки данных можно также использовать табличный редактор Excel, импортировав данные из файла на “Лист1”.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
20

Далее можно отобразить осциллограммы в виде графика или обработать данные с помощью программы VBA (Visual Basic for Application).

На импорт данных в файл Excel накладывается ограничение на число вводимых строк, которое не должно превышать 64 Кбайт/лист.

4.5 Порядок работы с осциллографом АСК-3106.

4.5.1 Запустить программу АСК-3106.

На экране появится главная панель программы.

4.5.2 Для того чтобы наблюдать сигналы, необходимо:

- а) подключить осциллографические щупы к тестируемому устройству;
- б) на главной панели нажать кнопку автонастройки на сигнал;
- в) выбрать каналы для наблюдения сигнала, установив галочку в окне “Канал А” и/или “Канал В”;
- г) выбрать вид связи с источником сигнала: “DC”, “AC” или “50 Ом” на панели управления;
- д) установить желаемый источник запуска синхронизации в окне “Источник” на панели управления;
- е) выбрать режим запуска “Авто” или “Ждущий” в окне “Режим” на панели управления;
- ж) установить нарастающий (+) для положительных импульсов или спадающий фронт (-) сигнала для импульсов отрицательной полярности на панели управления;
- и) установить требуемые значения коэффициентов отклонения и развертки.

После этого на экране главной панели будут отображаться входные сигналы, а в окнах панели управления – основные настройки осциллографа: коэффициенты отклонения и развертки, вид синхронизации и др.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
21

5 Порядок выполнения работы

5.1 Измерение параметров синусоидального сигнала.

Схема соединений определения параметров сигнала приведена на рисунке 15. Переключатель формы выходного сигнала установить в положение - синусоидальный.

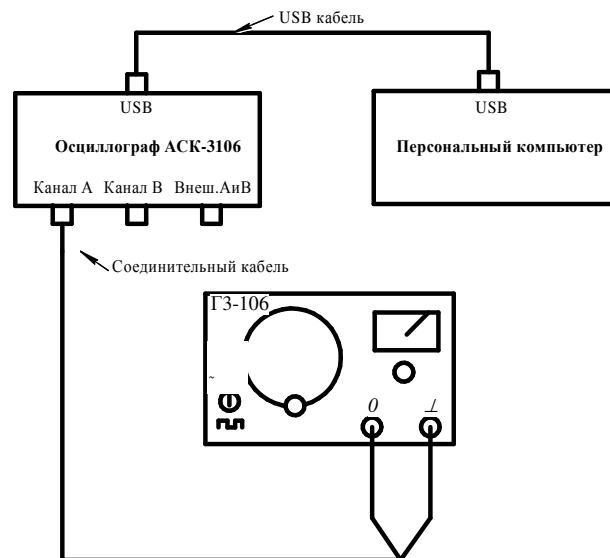


Рисунок 15 - Схема соединений определения параметров сигнала

5.2 Получить на экране осциллографа устойчивое изображение синусоидального сигнала с генератора.

5.3 Провести измерения частоты следования синусоидального сигнала генератора в следующем порядке.

5.3.1 Устанавливая значения частот синусоидального сигнала на генераторе указанные в таблице 1, замерить значения частоты осциллографом.

5.3.2 Расчётные формулы.

а) период выходных импульсов генератора определяется по формуле:

$$T_{\text{изм}} = K_{\text{разв}} \cdot I_x$$

б) частота выходных импульсов генератора определяется по формуле:

$$F_{\text{изм}} = \frac{1}{T_{\text{изм}}}$$

в) вычисление абсолютной погрешности Δ_F измерения частоты определяется по формуле:

$$\Delta_F = F_{\text{г}} - F_{\text{изм}}$$

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
22

где F_r - частота выходного сигнала генератора;

$F_{изм}$ - измеренная частота.

Таблица 1 - Результаты измерений частоты выходного сигнала генератора

Параметр	Частота выходного сигнала генератора F_r , кГц								
	0,1	0,5	1,0	12,0	30,0	40,0	50,0	70,0	90,0
$K_{разв}$, мкс/дел									
I_x , дел									
$T_{изм}$, мкс									
$F_{изм}$, кГц									
ΔF , кГц									
δ_F , %									

б) вычисление относительной погрешности δ_F измерения частоты определяется по формуле :

$$\delta_F = \frac{\Delta F}{F_r} 100$$

5.4 Провести измерение амплитуды импульса, используя калиброванные значения коэффициентов отклонения.

5.4.1 Измерение амплитуды синусоидального сигнала производить на частоте равной 10 кГц.

5.4.2 Результат измерения представить в виде $U_{имп} = U_{из} \pm \Delta U$ с учетом правила округления. Результаты измерений свести в таблицу 2.

5.4.3 Расчётные формулы.

а) амплитуда выходного сигнала генератора определяется по формуле:

$$U_{имп} = I_Y \cdot K_{откл}$$

б) поскольку определение амплитуды сигнала относится к косвенным измерениям и определение погрешности производится на основании узаконенных правил.

Вычисляя частные погрешности путем нахождения частных производных, и переходя к относительным погрешностям, получим

$$\delta_A = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_K^2}$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
23

где δ_A - относительная погрешность измерения амплитуды импульса,
 δ_1 – относительная погрешность измерения отклонения (размер импульса по вертикали),

δ_K – предел допустимой основной погрешности коэффициента канала вертикального отклонения (см. технические данные на осциллограф).

Таблица 2 - Результаты измерений выходного напряжения

Параметр	Среднеквадратичное значение выходного напряжения по шкале генератора $U_r, В$			
	2,0	3,0	4,0	5,0
$K_{откл}, В/дел$				
$l_y, дел.$				
$U_{изм}, В$				
$\Delta_A, В$				
$\delta_A, \%$				
$U_{ср.кв.изм}, В$				

В свою очередь визуальная погрешность измерения отрезка по ГОСТ на электронно-лучевые осциллографы составляет

$$\delta_1 = \frac{0,4q}{l}$$

где q - толщина луча на экране осциллографа равная 0,5 мм;

l - измеренное отклонение, мм.

Следовательно, для уменьшения погрешности (увеличения точности) измерений следует размер изображения получить максимально возможным, а регулировками «ЯРКОСТЬ» и «ФОКУС» получить наиболее тонкий луч на экране.

Абсолютное значение погрешности определить по формуле

$$\Delta_A = \delta_A \cdot U_{изм}$$

в) Среднеквадратичное значение измеренного напряжения определится по формуле

$$U_{ср.кв.изм} = \frac{U_{изм}}{1,41}$$

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
24

6 Содержание отчёта

6.1 Цель работы.

6.2 Приборы и оборудование с краткими техническими характеристиками.

6.3 Выполнение рабочего задания по пунктам.

6.3.1 В отчёте необходимо отразить:

а) наименование раздела;

б) схему измерений;

в) таблицу измерений;

6.4 Выводы о проделанной работе.

6.5 Основные технические характеристики измерительных приборов, применённых в работе.

7 Контрольные вопросы

7.1 Дать определение измерительная система.

7.2 Роль компьютера в измерительной системе.

7.3 Структурная схема измерительной системы.

7.4 Как подразделяются измерительные системы?

7.5 Структурная схема осциллографического модуля.

7.6 Структурная схема генераторного модуля.

7.8 Структурная схема измерительного комплекса.

7.7 Пользовательский интерфейс измерительного комплекса.

7.8 Порядок работы с осциллографом АСК-3106.

7.9 Порядок работы с генератором многофункциональным АНР-1002.

8 Используемая литература

8.1 Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. - М. Высшая школа, 1982.

8.2 Хрусталёва З. А. Электротехнические измерения. - М. КНОРУС, 2011.

8.3 Бакалов В.П. «Теория электрических цепей», -М «Радио и связь», 1998.

8.4 Измерения в электронике. Справочник./Под ред. В. А. Кузнецова. - М. Энергоатомиздат, 1987.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР	Лист
											25

Приложение А

Генератор ГЗ-106

А.1 Генератор ГЗ-106 - источник синусоидальных и прямоугольных электрических колебаний в диапазоне звуковой и ультразвуковой частоты.

А.2 Генератор ГЗ-106 - малогабаритный портативный генератор РС-типа с плавной установкой частоты в пределах каждого из 4 поддиапазонов.

А.3 Генератор ГЗ-106 может использоваться как источник сигнала в системах контроля радиотехнических средств, в комплектах аппаратуры связи и дальней связи, в селективных и широкополосных системах.

А.4 В режиме синхронизации генератор ГЗ-106 представляет собой активный фильтр и может применяться для уменьшения гармонических искажений синхронизирующего сигнала, повышения его выходного уровня, получения синусоидального сигнала из несинусоидального.

А.5 Выходное напряжение отсчитывается по шкале встроенного вольтметра (шкала вольтметра отградуирована в среднеквадратических значениях синусоидального сигнала - вольтах) и выходному аттенюатору.

А.6 Технические характеристики генератора ГЗ-106:

а) диапазон частот: 20 Гц-200 кГц (4 поддиапазона);

б) основная погрешность установки частоты: $\pm(3+30/f) \%$;

в) нестабильность частоты: $\pm 20 \cdot 10^{-4} f$ (за 15 минут) и $\pm 200 \cdot 10^{-4} f$ (за 3 часа);

г) выходное напряжение: 5 В (600 Ом);

д) ослабление выходного напряжения: 0-60 дБ с дискретностью через 20 дБ (с делителем) и -22 дБ (плавно регулируемое);

е) погрешность установки выходного напряжения: $\pm 6 \%$ (установка опорного уровня) и $\pm 0,8$ дБ (делитель);

ж) нестабильность выходного напряжения: $\pm 1 \%$ (за 15 минут) и $\pm 10 \%$ (за 3 часа);

и) коэффициент гармоник, %: 0,5 (20-200 Гц); 0,3 (200 Гц-20 кГц); 1 (20-200 кГц);

к) параметры сигнала прямоугольной формы:

- амплитуда: 5 В (600 Ом);

- скважность: 2;

- длительность фронта и среза: 150 нс;

л) потребляемая мощность: 20 ВА;

м) питание: 220 ± 22 В, 50 Гц или 115 В, 400 Гц;

н) масса: 4,6 кг.

п) габариты: 225x258x162 мм.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
26

Приложение Б.

Осциллограф цифровой запоминающий двухканальный АСК-3106.

Б.1 Назначение.

Осциллограф цифровой запоминающий двухканальный АСК-3106 предназначен для изучения сигналов от внешних устройств, их отображения на мониторе компьютера, измерения параметров сигналов и математической обработки с помощью программного обеспечения.

Осциллограф применяется для наладки, ремонта, лабораторных исследований и испытаний приборов и систем, используемых в радиоэлектронике, связи, автоматике, вычислительной и измерительной технике, приборостроении.

Осциллограф работает совместно с компьютером по интерфейсам USB 1.1 или LPT в режиме EPP и снабжаются соответствующим программным обеспечением.

Б.2 Общие характеристики приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Параметр	Значение
Количество каналов с независимым АЦП	2 (все каналы идентичны)
Максимальная эквивалентная частота выборок в стробоскопическом режиме	10 ГГц
Максимальная частота дискретизации	100 МГц
Максимальное число выборок на канал	131072
Число разрядов АЦП	8
Режимы каналов	А, В, А и В
Выбор режима работы осциллографа	одно-, двухканальный
Число отображаемых точек на экране	100...131072
Тип интерфейса ПЭВМ	LPT, USB1.1
Тип входных разъемов	BNC (CP-50)
Ширина линии графика	1 пиксель

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист

27

Б.3 Технические характеристики.

Б.3.1 .Характеристики системы вертикального отклонения приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Параметр	Значение
Диапазон частот входных сигналов по уровню -3 дБ на пределах: 20 мВ/дел.... 1 В/дел. 2 В/дел.... 10 В/дел.	не менее 100 МГц не менее 70 МГц
Диапазон значений коэффициента отклонения при сопротивлении входа: 1 МОм 50 Ом	от 20 мВ/дел. до 10 В/дел. с шагом 1-2-5 от 20 мВ/дел. до 1 В/дел.
Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициентов отклонения	$\pm 2,5 \%$
Дополнительные значения коэффициента отклонения	2 мВ/дел., 5 мВ/дел., 10 мВ/дел.

Б.3.2 .Характеристики системы синхронизации приведены в таблице Б.3.

Б.4 Характеристики системы горизонтального отклонения.

Б4.1 Диапазон значений коэффициента развертки (при установке 1000 выборок на экран) - 10 нс/дел. ... 0,1 с/дел.

Б.4.2 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности коэффициентов развёртки - $\pm (0,001 \cdot T + 10^{-9} \text{ с})$,

где T — длительность развёртки, $T = K_{разв} \cdot 10 \text{ дел.}$

$K_{разв}$ — коэффициент развёртки

Б.4.3 Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры в пределах рабочей области температур — не более предела основной погрешности на каждые 10^0 C изменения температуры.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Подп. и дата
Ине. №	Подп. и дата
Взам. ине. №	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
28

Таблица Б.3

Параметр	Значение
Источник синхронизации	каналы А, В, внешний вход
Выбор фронта синхронизирующего сигнала	передний или задний фронт
Максимальная частота	не меньше верхней границы полосы пропускания
<i>Внутренняя синхронизация:</i>	
Минимальный размах синусоидального сигнала	не более 1 клетки масштабной сетки в диапазоне частот до 40 МГц
Параметры сигнала для запуска внешних устройств (разъём «СИНХРОНИЗАЦИЯ ВХОД/ВЫХОД»)	Перепад от 0 В до 3 В в момент запуска синхронизации. В конце регистрации перепад от 3 В до 0 В на нагрузке не менее 1 кОм
<i>Внешняя синхронизация:</i>	
Минимальный период повторения синхронизирующего импульса	20 нс
Минимальная длительность синхронизирующего импульса	10 нс
Уровень напряжения на входе внешней синхронизации	TTL-уровень
Предельные значения напряжения на входе	от 1 В до +6 В
Активное входное сопротивление	не менее 50 кОм
Входная емкость	не более 20 пФ

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0014МР

Лист
29