

## БЕЗОПАСНОСТЬ

### Предостережения по безопасной работе

При чтении уделите внимание предостережениям по безопасной работе. Они служат для Вашей безопасности и для предотвращения повреждения осциллографа. Предостережения по безопасности предназначены как для пользователей, так и для сервисных служб.

### Виды предостережений

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** используется для обращения внимания пользователя на необходимость корректного использования или обслуживания инструмента, для того, чтобы предотвратить повреждение оборудования.

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:** используется для обращения внимания на потенциальную опасность для пользователя, что требует корректной работы с инструментом.

### Символы



предупреждение и предостережение (в зависимости от контекста).



заземление

### Надписи

CH1 – вход 1, CH2 – вход 2, ADD – суммирование сигналов входа 1 и входа 2, DUAL – двухлучевой режим, CHOP ALT – параллельная и попеременная развертки в двухлучевом режиме.

### Введение

Спасибо за покупку инструмента LG. Электронные измерительные инструменты, произведенные корпорацией LG, являются прецизионными и высокотехнологичными приборами, изготовленными при строжайшем контроле качества. Мы гарантируем их исключительную точность и предельную надежность. Для правильной эксплуатации тщательно прочтите настоящее руководство.

### Замечания

1. Для обеспечения точной и надежной работы прибора используйте его в стандартных климатических условиях (при температуре 10°C - 35°C и относительной влажности 45% - 85%).
2. При включении прибора перед работой прогрейте его в течение 15 мин.
3. Для безопасной работы данное оборудование следует включать в сетевые розетки с заземлением.
4. Дизайн и технические характеристики производимого оборудования могут меняться изготовителем без предварительного уведомления.
5. В случае возникновения вопросов связывайтесь с сервисным центром LG Precision.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

### 1-1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

технические данные \ модель	OS-9020A	OS-502RB	OS-5040A	OS-504RD
* ЭЛТ	6-дюймовый прямоугольный экран с внутренней градуировкой, 8x10 делений для измерения времени фронта импульса. Центральная ось дополнительно разбита на 2мм разметку.			
1) внешний вид	+ 1,9 кВ (относительно катода)		+11,5 кВ (относительно катода)	
2) ускоряющий потенциал	P31 (стандарт)			
3) фосфорное покрытие	есть	есть, со схемой автофокусировки	есть	есть, со схемой автофокусировки
4) фокусировка	обеспечивается			
5) поворот луча	нет		регулируемая	
6) подсветка шкалы	есть			
7) регулировка яркости луча	есть			
* вход Z (модуляция яркости)	сигнал положительной полярности увеличивает интенсивность луча, заметная модуляция яркости наступает при амплитуде + 5 В пик-пик			
1) входной сигнал	0 – 2 МГц (-3 дБ)			
2) полоса пропускания	открытый (DC)			
3) вход	20 КОм - 30 КОм			
4) входной импеданс	30 В (пост. + перем.)			
5) макс. входное напряжение				
* вертикальное отклонение	0 – 20 МГц, нормальный режим 0 – 7 МГц, режим усиления		0 – 40 МГц, нормальный режим 0 – 7 МГц, режим усиления	
1) полоса пропускания (-3дБ) открытый вход (DC)				

технические данные \ модель	OS-9020A	OS-502RB	OS-5040A	OS-504RD
закрытый вход (AC)	10 Гц – 20 МГц, нормальный режим 10 Гц – 7 МГц, режим усиления		10 Гц – 20 МГц, нормальный режим 10 Гц – 7 МГц, режим усиления	
2) режимы CHOP ALT	CH1, CH2, ADD, DUAL (CHOP, ALT)			
3) чувствительность	5мВ/дел – 5В/дел, 10 режимов, шаг 1-2-5. Плавная регулировка 1:2,5 усилитель x5 (x5 MAG): 1мВ/дел – 1В/дел, 10 режимов			
4) точность	нормальный режим: ±3%		режим усиления (x5 MAG): ±5%	
5) входной импеданс	приблизительно 1МОм 25пФ			
6) макс. входное напряжение	напрямую: 250В (постоянного + переменного амплит.), с пробником: см. спецификацию пробника.			
7) режимы входа	DC (открытый вход) – GND (земля) – AC (закрытый вход)			
8) длительность фронта	≤17,5нсек (x5 MAG: ≤50нсек)		≤8,8нсек (x5 MAG: ≤50нсек)	
9) выход сигнала CH1:	20мВ/дел., импеданс 50Ом, полоса пропускания 0 – 10МГц (-3дБ)			
10) инверсия полярности	только для сигнала CH2			
11) задержка сигнала	отсутствует		при помощи кабеля задержки	
* горизонтальное отклонение	A, X-Y		A, A с подсветкой по B, B, B с задержкой по A и синхронизацией, X-Y	
1) режимы развертки	0,2мксек/дел – 0,2сек/дел, 19 режимов развертки с шагом 1-2-5, плавная регулировка длительности развертки в диапазоне 1:2,5			
2) развертка по A	есть, с регулировкой <b>hold off</b>			
синхронизация с задержкой	нет			
3) развертка по B	0,2мксек/дел – 20мксек/дел, 7 режимов развертки с шагом 1-2-5			
задержка развертки	нет			
джиттер задержки развертки	нет			
4) лупа времени	на 1 деление, на 10 делений и больше			
5) точность	менее 1:20000			
	10-кратная, максимальная скорость развертки 20нсек/деление замечание: 50нсек/дел и 20нсек/дел развертки по A не калиброваны			
	±3%, ±5% (0°C - 50°C), дополнительная ошибка в режиме усиления ±2%			
* система синхронизации	AUTO, NORM, TV-V, TV-H			
1) режимы	CH1, CH2, LINE, EXT			
2) источник синхронизации	по переменному напряжению (закрытый)			
3) вход	+ / -			
4) фронт, полярность				
5) чувствительность и частота AUTO, NORM	20Гц-2МГц		2МГц-40МГц	
	INT	0,5 дел	INT	0,5 дел
	EXT	0,2 В пиков.	EXT	0,2 В пиков.
	2МГц-20МГц		2МГц-40МГц	
	INT	1,5 дел	INT	1,5 дел
	EXT	0,8 В пиков.	EXT	0,8 В пиков.
TV-V, TV-H	1 деление или 1 В пиковое			
6) внешняя синхронизация входной импеданс	1МОм 30пф			
макс. входное напряжение	250 В (постоянного + переменного напряжения)			
* режим X-Y	те же характеристики, что и для CH1, за исключением: точность: ±5%, частотный диапазон: 0 – 500 КГц (-3дБ)			
1) ось X	те же характеристики, что и для CH2			
2) ось Y	не более 3° (при частоте 0 – 50 КГц)			
3) фазовый сдвиг на X-Y				
* режим измерений (только OS-502RB, OS-504RD)	разность напряжений: ΔV, временной интервал: ΔT, частота: 1/ ΔT замечание: в режиме X-Y величины ΔV и ΔT превращаются в ΔX и ΔY			
1) измерения	по вертикальной оси(CH1, CH2): V/div, UNCAL, MAG (увеличение) примечание: индикация есть в CH1, CH2, DUAL, нет в режимах ADD, B. по горизонтальной оси: S/div, UNCAL, MAG (увеличение)			
2) индикация дисплея	по вертикали: ±3 деления по горизонтали: ±4 деления			
3) диапазон действия курсора от центральной оси	1/25 деления			
4) разрешающая способность				
* калибратор (для пробника)	приблизительно 1 КГц, 0,5 В (±3%) меандр, скважность 50%			
* питание	диапазон напряжений		предохранитель (250 В)	
1) напряжение сети	100 В (90 В – 110 В)		по UL198G	
	120 В (108 В – 132 В)		по IEC127	
	220 В (198 В – 242 В)		2A	F2A
	230 В (207 В – 250 В)		1A	F1A

технические данные \ модель	OS-9020A	OS-502RB	OS-5040A	OS-504RD
2) частота	50 Гц / 60 Гц			
3) потребляемая мощность	около 40 Вт	около 55 Вт	около 50 Вт	около 55 Вт
* физические характеристики				
1) вес	7,8 Кг	8,1 Кг	8,1 Кг	8,3 Кг
2) размеры	320 мм x 140 мм x 430 мм			
* климатические условия	+10°C - +35°C			
1) диапазон рабочих темпер -р	+10°C - +35°C			
2) макс. рабочие температуры	0°C - +40°C			
3) температура хранения	-20°C - +70°C			
4) влажность при работе	45% - 85% относительной влажности			
5) влажность при хранении	35% - 90% относительной влажности			
*) стандарт безопасности	EN61010-1, перенапряжение по категории II, загрязнение по 2 степени сертификаты: TUV/GS			
электромагнитная совместим.	собственное излучение: по категории EN50081-1 защита от излучений: по категории EN50082-2, IEC801-2, 3, 4			
принадлежности	1) инструкция: 1 шт. 2) пробники (по дополнительному заказу): 2 шт 3) предохранитель: 1 шт 4) сетевой шнур питания: 1 шт			

<предупреждение>: источники радиоизлучений, такие как радиопередатчики, радио и телевизионные передающие станции, автомобильные радиостанции и сотовые телефоны излучают электромагнитные волны, способные наводить ЭДС на щупах пробников, в таких случаях точность работы осциллографа не гарантируется.

## 1-2. ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

### 1-2-1. Выбор сетевого напряжения

Для предотвращения повреждения прибора необходимо выставить переключателем правильную величину питающего напряжения и установить требуемый предохранитель. Прибор работает при переключателе, установленном либо в диапазоне 90В – 132В, либо в диапазоне 198В – 250В. Перед подачей питающего напряжения убедитесь, что переключатель установлен правильно.

Для изменения положения переключателя:

1. Убедитесь, что прибор отключен от сети.
2. Вытяните селектор переключателя сетевого напряжения, который расположен на задней стенке. Выберите направление стрелки переключателя в соответствии с таблицей 1-1. Установите селектор переключателя в желаемом направлении и вставьте его обратно в прибор.
3. Выньте держатель предохранителя с предохранителем, замените предохранитель на требуемый в соответствии с таблицей 1-1 и вставьте держатель обратно в прибор.

Таблица 1-1. Выбор положения переключателя и номинала предохранителя

Напряжение сети	Положение стрелки переключателя	Номинальное значение предохранителя	
		стандарт UL198G	стандарт IEC127
90В – 110В	100V	2A	F2A
108В – 132В	120V		
198В – 242В	220V	1A	F1A
207В – 230В	230V		

### 1-2-2. Установка прибора и предосторожности при работе.

При размещении осциллографа на рабочем месте соблюдайте следующие меры предосторожности.

1. Избегайте размещения прибора в очень холодном или очень горячем месте. Не оставляйте инструмент в закрытой машине на солнцепеке или рядом с системой обогрева помещения.
2. Не включайте осциллограф сразу после внесения его в рабочее помещение из холода. Дайте ему прогреться до комнатной температуры. Аналогично, не переносите его из теплого помещения в очень холодное, конденсация влаги может повлиять на работу прибора.
3. Не держите измерительный прибор в пыльном или влажном помещении.
4. Не ставьте сосуды с жидкостями (например, чашки с кофе) на прибор. Пролившаяся жидкость может серьезно повредить инструмент.
5. Не используйте прибор там, где на него могут воздействовать сильная вибрация и толчки.
6. Не ставьте сверху тяжелых предметов и не закрывайте вентиляционные отверстия.
7. Не используйте осциллограф в условиях сильных магнитных полей, например, около электромоторов.
8. Не просовывайте инструмент, проволоку сквозь вентиляционные отверстия.
9. Не оставляйте рядом горячий паяльник.

10. Не ставьте прибор на землю лицевой панелью вниз, иначе можно сломать ручки и кнопки.
11. Не ставьте прибор вертикально, если к задней панели подключены BNC кабели, иначе можно повредить кабель.
12. Не превышайте допустимых входных значений напряжений при измерениях.
13. Этот осциллограф можно использовать только с теми пробниками с двойной изоляцией, которые перечислены в списке UL.

## 2. ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ. (см. рисунки на стр. 15-17 оригинального описания)

Этот раздел содержит информацию, необходимую при работе с осциллографами OS-9020A/OS-504RD во время проведения измерений. Состоит из описания соединительных разъемов, индикаторов, ручек управления, процедур включения, основных операций и выборочных измерений.

### 2-1. НАЗНАЧЕНИЕ РУЧЕК УПРАВЛЕНИЯ, ИНДИКАТОРОВ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ РАЗЪЕМОВ.

Перед первым включением инструмента ознакомьтесь с органами управления, разъемами, индикаторами, описанными в настоящем разделе. Нумерация сделана в соответствии с рисунками оригинального описания.

#### 2-1-1. Блок дисплея и включения прибора

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| ① выключатель питания       | служит для включения / выключения прибора   |
| ② лампочка "питание"        | загорается при включении прибора  |
| ③ регулировка интенсивности | служит для регулировки яркости луча дисплея, при вращении по часовой стрелке яркость возрастает     |
| ④ регулировка фокуса        | служит для получения максимальной резкости луча   |
| ⑤ регулировка "вращение"    | позволяет с помощью отвертки выставить луч параллельно горизонтальной градуировочной линии дисплея. |
| ⑥ регулировка подсветки     | для регулирования яркости градуировочной линий при фотографировании дисплея                         |
| ⑦ переключатель напряжен.   | позволяет работать при различных питающих напряжениях   |
| ⑧ разъем шнура питания      | позволяет заменять шнур питания   |

#### 2-1-2. Блок усилителя по вертикали

- |  |  |
|--|--|
| ⑨ разъем CH1 или вход X                              | для подачи входного сигнала на усилитель канала 1, или, в режиме X-Y для подачи входного сигнала на усилитель горизонтальной развертки   |
|  | <b>ВНИМАНИЕ</b> во избежание повреждения осциллографа не подавайте напряжения свыше 250В на вход CH1 относительно земли.   |
| ⑩ разъем CH2 или вход Y                              | для подачи входного сигнала на усилитель канала 2, или, в режиме X-Y для подачи входного сигнала на усилитель вертикальной развертки   |
| ⑪ переключатель AC/GND/DC канала 1                   | для выбора режима подачи сигнала канала 1 на усилитель вертикального отклонения  |
| ⑫ переключатель AC/GND/DC канала 2                   | для выбора режима подачи сигнала канала 2 на усилитель вертикального отклонения  |
| ⑬ переключатель VOLTS/DIV канала 1                   | для выбора коэффициента усиления по вертикали канала 1, шаг 1:2:5  |
| ⑭ переключатель VOLTS/DIV канала 2                   | для выбора коэффициента усиления по вертикали канала 2, шаг 1:2:5  |
| ⑮ ⑯ регулировка VARIABLE                             | для плавного изменения коэффициента усиления в пределах одного шага VOLTS/DIV. Измерения напряжения по дисплею при этом делать некорректно. Измерения можно проводить только при крайнем положении рукоятки VARIABLE по часовой стрелке (до щелчка). |
| ⑮ ⑯ переключатель X5 MAG (на ручке VARIABLE)         | для увеличения коэффициента усиления вертикального усилителя в 5 раз. При этом максимальная чувствительность составляет 1мВ/деление  |
| ⑰ регулировка CH1 POSITION                           | позиционирование положения луча канала 1 по вертикали  |
| ⑱ регулировка CH2 POSITION                           | позиционирование положения луча канала 2 по вертикали  |
| ⑱ переключатель PULL CH2 INV (на ручке CH2 POSITION) | при вытягивании переключателя полярность сигнала канала 2 инвертируется.   |
| ⑲ переключатель V MODE                               | для выбора режима индикации вертикального усилителя  |
|  | CH1 на дисплее высвечивается только канал 1  |
|  | CH2 на дисплее высвечивается только канал 2  |
|  | DUAL на дисплее высвечивается оба канала одновременно  |
|  | режим CHOP ("квазипараллельная" развертка): при 0,2сек – 5мсек   |
|  | режим ALT (попеременная развертка): при 2мсек – 0,2мксек   |
|  | ADD на дисплее высвечивается алгебраическая сумма сигналов 1го и 2го каналов.  |
| ⑳ разъем CH1 OUTPUT                                  | выход сигнала канала 1 для подачи его на частотомер и т.п.   |

## 2-3-1 Блок развертки и синхронизации

- 21 переключатели развертки для выбора режима развертки по горизонтали
- A при нажатии кнопки длительность развертки определяется переключателем A TIME/DIV
  - A INT при нажатии кнопки длительность развертки определяется переключателем A TIME/DIV, при этом луч подсвечивается на ширину, устанавливаемую переключателем B TIME/DIV, местоположение подсвеченного участка на дисплее определяется переключателем DELAY TIME POS.
  - B при нажатии кнопки длительность развертки определяется переключателем B TIME/DIV, задержка развертки определяется переключателями A TIME/DIV и DELAY TIME POS.
  - B TRIG'D при нажатии кнопки длительность развертки определяется переключателем B TIME/DIV, развертка запускается первым импульсом синхронизации, пришедшим после задержки, установленной переключателями A TIME/DIV и DELAY TIME POS.
- 22 переключатель A TIME/DIV для выбора или калиброванной скорости развертки в режиме A, или диапазона задержки развертки в режиме развертки с задержкой, или для работы в режиме X-Y.
- 23 переключатель B TIME/DIV для выбора калиброванной скорости развертки в режиме задержанной развертки B.
- 24 ручка DELAY TIME POS для определения внутри интервала развертки по A начальной точки, с которой начинается развертка по B.
- 25 ручка A VARIABLE для плавной регулировки скорости развертки по A в пределах одного шага переключателя A TIME/DIV. Скорость развертки соответствует показаниям переключателя A TIME/DIV при положении ручки A VARIABLE в крайнем положении по часовой стрелке, до щелчка.
- 25 переключатель X10MAG (на ручке A VARIABLE) для растяжки изображения по горизонтали в 10 раз и увеличения эффективной скорости развертки в 10 раз.
- 26 ручка POSITION блока HORIZONTAL для выставления горизонтального положения лучей на ЭЛТ. Вращение по часовой стрелке сдвигает лучи вправо.
- 27 переключатель режима синхронизации для выбора режима синхронизации развертки
- AUTO в этом режиме при отсутствии сигнала синхронизации луч свободно разворачивается на экране. При появлении сигнала синхронизации частотой свыше 25Гц развертка автоматически переключается на синхронизируемую по сигналу, при условии, что регулировки синхронизации настроены правильно.
  - NORM в этом режиме луч разворачивается только при появлении сигнала синхронизации, при условии, что регулировки синхронизации настроены правильно. Режим используется при частоте сигналов свыше 25Гц.
  - TV-V для наблюдения видеосигналов с кадровой частотой
  - TV-H для наблюдения видеосигналов с частотой строчной развертки
- 28 переключатель источника синхронизации для выбора оптимального источника синхронизации
- CH1 выбирает источником синхронизации сигнал на входе 1<sup>го</sup> канала
  - CH2 выбирает источником синхронизации сигнал на входе 2<sup>го</sup> канала
  - LINE в этом режиме развертка синхронизируется с питающим напряжением переменного тока. Это позволяет наблюдать сигналы, связанные с питающим напряжением, даже если они малы по сравнению с другими компонентами входного сигнала.
  - EXT выбирает источником синхронизации сигнал на входе EXT TRIG IN. позволяет при сложных входных сигналах задерживать начало синхронизации путем изменения интервала запрета (HOLD OFF) синхронизации, что дает возможность синхронизироваться по любому желаемому участку периодического сигнала. Задержка растет при повороте ручки по часовой стрелке.
  - NORM режим выбирается поворотом ручки в крайнее положение против часовой стрелки. Служит для наблюдения за простыми сигналами.
- 30 ручка TRIGGER блока синхронизации для выбора амплитуды сигнала синхронизации, при которой запускается развертка. При повороте по часовой стрелке точка срабатывания сдвигается в сторону положительных значений. При повороте против часовой стрелки точка срабатывания сдвигается в сторону отрицательных значений.

- 30 переключатель SLOPE (полярности синхросигнала) для выбора синхронизации по положительному или отрицательному фронту сигнала. При утопленной ручке синхронизация идет по положительному фронту. При вытянутой – по отрицательному фронту.
- 31 разъем EXT TRIG IN <ВНИМАНИЕ> для подачи внешних сигналов синхронизации. во избежание повреждения осциллографа не подавайте на вход разъема напряжений свыше 250В амплитудного значения относительно земли.

## 2-2. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

В следующем абзаце данного раздела описывается как работать с OS-9020A/OS-5000SRS, начиная с самых элементарных режимов работы и переходя постепенно к более сложным и редко используемым.

### 2-2-1. Предварительные установки и настройки

1. Перед работой с инструментом установите регулировки в следующее положение:

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| переключатель POWER ①                | выключен (отжат)                                   |
| ручка INTEN (яркость) ③              | против часовой стрелки                             |
| ручка FOCUS ④                        | в среднем положении                                |
| переключатели AC/GND/DC ⑪ ⑫          | в положении AC (вход по переменной составляющей)   |
| переключатели VOLTS/DIV ⑬ ⑭          | 20 mV  |
| ручки POSITION блока VERTICAL ⑰ ⑱    | в среднем положении и утоплены                     |
| переключатель VERTICAL MODE ⑲        | в положении CH1                                    |
| переключатели HORIZ DISPLAY ⑳        | в положении A                                      |
| переключатель A TIME/DIV ㉒           | 0,5 ms   |
| ручка A VARIABLE ㉕                   | по часовой стрелке до упора и утоплена             |
| ручка POSITION блока HORIZONTAL ㉖    | в среднем положении                                |
| переключатель синхронизации MODE ㉗   | в положении AUTO                                   |
| переключатель SOURCE синхронизации ㉘ | в положении CH1                                    |
| ручка LEVEL синхронизации ㉚          | в среднем положении                                |
| ручка HOLD OFF ㉛                     | в положении NORM (против часовой стрелки до упора) |

2. Установите шнур питания в разъем шнура питания ⑧ и подключите шнур к розетке с сетевым напряжением.

3. Нажмите выключатель питания POWER ①. Загорится лампочка ②. Спустя 30 секунд поверните ручку INTEN по часовой стрелке до появления луча на экране. Установите яркость по своему усмотрению.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** В ЭЛТ используются материалы, устойчивые к выгоранию. Однако, если ЭЛТ оставить на продолжительное время с очень ярким лучом или точкой на экране, экран может быть поврежден. Поэтому, если измерения требуют большой яркости, обязательно сразу после измерений верните ручку INTEN в нормальное положение. Также возьмите за правило выкручивать ручку INTEN на минимум, если осциллограф не используется длительное время.

4. Ручкой FOCUS ④ настройте резкость.
5. Поверните ручку POSITION блока VERTICAL ⑰ для канала CH1, устанавливая луч на центральную горизонтальную градуировочную линию.
6. Убедитесь, что луч развертки параллелен градуировочной линии. Если нет, с помощью маленькой отвертки отрегулируйте положение луча вращением подстройки ROTATION ⑤.
7. Вращением ручки POSITION блока HORIZONTAL ⑶ добейтесь, чтобы левая кромка луча совпала с крайней левой линией градуировочной сетки.
8. Установите пробник осциллографа в положение аттенюатора X10. Затем, подсоедините его байонетный разъем ко входу CH1 или X ⑨, а измерительный конец подключите к разъему CAL ⑳. На экране должен появиться меандр амплитудой 2,5 клетки.
9. Если вершина и низ меандра имеют всплески или завалы пробник необходимо отрегулировать (настроить на входную емкость осциллографа). Отрегулируйте триммер коррекции емкости на пробнике с помощью маленькой отвертки (см. рис. 2-3 на странице 27 оригинальной инструкции).
10. Установите переключатель VERTICAL MODE ⑲ в положение CH2 и проделайте шаги 8 и 9 с другим пробником, подсоединенным ко входу 2-го канала.

### 2-2-2 Подключение сигналов

Существует три метода подачи на осциллограф сигналов, которые Вы хотите наблюдать. Это подключение через простые провода, коаксиальный кабель и через пробники осциллографа.

Подключение через простые провода может быть достаточным, когда амплитуда сигнала велика и выходное сопротивление источника сигналов мало (например, TTL схемы), но такое подключение используется нечасто. На неэкранированные провода наводятся шумы, что искажает сигнал, если он мал. Также существует проблема подключения проводов к входу осциллографа.

Подключение через коаксиальный кабель является наиболее популярным способом подключения осциллографа к источнику сигналов и оборудованию, имеющему выходные разъемы. При этом экран кабеля не позволяет наводкам проникнуть на вход осциллографа. Такие коаксиальные кабели имеют BNC разъем на одном конце и специальные переходники для подключения к различным разъемам на другом конце.

Осциллографические пробники наиболее популярны для подключения осциллографов к исследуемым схемам. Имеющиеся пробники имеют затухание X1 (прямое соединение) и X10 (10-кратный делитель сигнала). При переключении на X10 входной импеданс пробник/осциллограф увеличивается до 10 МОм при емкости в несколько пикофарад. Уменьшение входной емкости является наиболее важной причиной использования аттенуаторов пробников при работе с высокими частотами, когда емкости существенно нагружают сигнал и вносят искажения. При использовании аттенуатора X10 коэффициент переключателя VOLT/DIV необходимо умножить на 10.

Несмотря на свое высокое входное сопротивление на пробники не попадают заметные наводки и шумы. Как и в случае коаксиального кабеля, центральный сигнальный проводник экранирован внешним проводником. Пробники также удобны с точки зрения механического крепления к испытываемой схеме.

Для того, чтобы определить, допустимо ли подключать осциллограф к схеме напрямую с помощью экранированного кабеля, необходимо знать импеданс схемы в точке подключения, емкость кабеля и верхнюю частоту измерения. Если какой-либо из этих факторов неизвестен, используйте пробник X10.

Альтернативным методом подключения на высоких частотах является коаксиальный кабель. Импеданс разъема на кабеле со стороны осциллографа должен быть равен импедансу источника сигнала. Кабель должен иметь точно такой же импеданс. Такой метод позволяет использовать кабели приемлемой длины без потерь на затухание сигнала.

Если между осциллографом и исследуемой схемой не существует хорошего контакта по "земле", то на дисплее осциллографа появятся большие наводки. Обычно контакт по "земле" обеспечивается с помощью экрана кабеля или пробника. Если измерения проводятся при помощи обычных проводов необходимо сначала подсоединить шасси (или "землю") схемы к гнезду заземления (37) осциллографа.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** осциллографы OS-9020A/OS-5000 серии имеют заземленный корпус (через 3-контактный шнур питания). Перед подключением осциллографа к схеме убедитесь, что она питается через развязывающий трансформатор. НЕ ПОДКЛЮЧАЙТЕ осциллограф к любому другому оборудованию с бестрансформаторным питанием, с корпусом, находящимся под напряжением.

Аналогично, НЕ подключайте щуп осциллограф напрямую к питающей сети или устройству, связанному с питающей сетью. Результатом неосторожного обращения может быть поломка оборудования или поражение электрическим током.

### 2-2-3. Работа в однолучевом режиме.

Работа с использованием одного луча и одной развертки с внутренней синхронизацией является наиболее элементарным использованием осциллографа OS-9020A/OS-5000 серии. Используйте этот режим при необходимости наблюдения одного лишь входа или если мешает другой луч на экране. Поскольку осциллограф двухканальный, можно выбрать требуемый канал. Вход 1 имеет выходной разъем; используйте вход 1 если Вы хотите наблюдать сигнал и одновременно измерять его частоту. Вход 2 имеет переключатель, инвертирующий полярность сигнала. Но при работе с одним лучом этот режим не слишком полезен.

Для работы с использованием только одного луча сделайте следующее:

1. Установите переключатели, как показано ниже. Заметьте, что переключатель входа синхронизации (CH1 или CH2 SOURCE) должен соответствовать выбранному входу.

переключатель POWER (1)	включен
переключатели AC/GND/DC (11) (12)	в положении AC (вход по переменной составляющей)
ручки POSITION блока VERTICAL (17) (18)	в среднем положении и утоплены
регулировки VARIABLE (15) (16)	по часовой стрелке до упора и утоплены
переключатель VERTICAL MODE (19)	в положении CH1 (CH2)
переключатели HORIZ DISPLAY (21)	в положении A
ручка A VARIABLE (25)	по часовой стрелке до упора и утоплена
переключатель синхронизации MODE (27)	в положении AUTO
переключатель синхронизации SOURCE (28)	в положении CH1 (CH2)
ручка синхронизации LEVEL (30)	в среднем положении
ручка HOLD OFF (29)	в положении NORM (против часовой стрелки до упора)

- Используйте ручки POSITION блока VERTICAL (17) (18) для установки луча в средней части экрана.
- Подключите источник сигнала к соответствующему входу (9) или (10) и отрегулируйте амплитуду сигнала ручкой (13) или (14), так, чтобы сигнал занимал всю высоту экрана.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** не подавайте на вход сигнал амплитудой свыше 300В (постоянный + переменный пиковый)

- Установите переключатель A TIME/DIV (22) так, чтобы на экране наблюдалось требуемое количество периодов исследуемого переменного сигнала. Для одних измерений оптимальным будет 2-3 периода, для других это 50-100 циклов. При необходимости, вращением ручки LEVEL синхронизации (30) добейтесь стабильной картинки на дисплее.
- Если наблюдаемый сигнал настолько мал, что даже в положении регулятора VOLT/DIV на 5мВ невозможно получить устойчивую синхронизацию и качественные наблюдения, вытяните ручку регулировки VARIABLE (она же переключатель PULL X5MAG) (15) или (16) соответственно для повышения чувствительности канала в 5 раз. Это дает чувствительность в 2мВ/деление при переключателе VOLT/DIV установленном на 10мВ/деление, и 1мВ/деление при переключателе VOLT/DIV установленном на 5мВ/деление. Однако, полоса пропускания при этом уменьшается до 7МГц, и возможно появление заметных шумов.
- Если наблюдаемый сигнал имеет такую высокую частоту, что даже в положении регулятора A TIME/DIV на 0,2 мксек/деление сигнал на экране слишком сжат, вытяните ручку A VARIABLE для включения режима PULL X10 MAG переключателя (25). При этом скорость развертки луча возрастет в 10 раз, так что в положении развертки 0,2мксек/дел. развертка станет равной 20нсек/деление, 0,5мксек/деление превратятся в 50нсек/деление и т.д. В режиме растяжки положения регулятора развертки 0,2 мксек и 0,5 мксек являются некалиброванными, все положения же развертки больше или равные 1мксек/деление считаются калиброванными.
- Если исследуемый сигнал имеет низкую частоту или является постоянным, так что подключение его через "закрытый" вход (только по переменной составляющей) приводит к искажению формы, переключите тумблеры входов AC/GND/DC (11) или (12) на режим DC (с постоянной составляющей).

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** если наблюдаемый сигнал имеет малую переменную составляющую, убедитесь, что постоянная составляющая не является слишком большой.

Возможно, Вам также потребуется установить переключатель режима синхронизации (27) в режим NORM и отрегулировать положение ручки LEVEL блока синхронизации (30), если частота входного сигнала будет менее 25 Гц.

#### 2-2-4. Работа в двухлучевом режиме

Режим работы с двумя лучами является основным режимом работы для OS-9020A/OS-5000 серии.

Установки для этого режима идентичны установкам для работы с одним лучом за исключением:

- Установите переключатель VERTICAL MODE (19) в положение ALT или CHOP. Выберите режим ALT для относительно высокочастотных сигналов (A TIME/DIV установлен на 0,2 мсек. или быстрее). Выберите режим CHOP для относительно низкочастотных сигналов (A TIME/DIV установлен на 0,5 мсек. или медленнее).
- Если оба канала показывают сигналы одной частоты, установите переключатель SOURCE синхронизации (29) на канал с сигналом с большей крутизной фронтов. Если сигналы разные, но кратны друг другу, установите переключатель SOURCE на канал с сигналом с меньшей частотой повторения. Помните также, что, отсоединив сигнал, синхронизирующий развертку, Вы потеряете стабильное изображение другого сигнала.

#### 2-2-5 Синхронизация

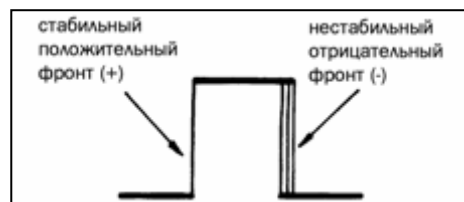
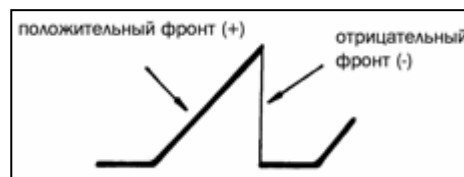
Получение устойчивой синхронизации изображения является наиболее трудной операцией при работе с осциллографом, т.к. существует множество вариантов сигналов и задач их визуализации.

**Выбор режима синхронизации.** Если переключатель синхронизации стоит в положении NORM, луч на экране не будет разворачиваться, пока не поступит синхронизирующий сигнал. Однако этот режим неудобен, т.к. на экране нет луча в отсутствии сигнала или при неправильно установленном уровне синхронизации. Поскольку отсутствие луча может быть связано с неправильными установками регулировок вертикального положения или чувствительности VOLT/DIV, на установление причины может быть потрачено много времени. Режим AUTO решает эту проблему, разворачивая луч на экране при отсутствии синхронизации. При этом на экране видна горизонтальная полоса при отсутствии сигнала или несинхронизированное изображение сигнала при отсутствии синхронизации развертки. Это сразу указывает на причину ошибки настройки. Единственная проблема с AUTO состоит в том, что сигналы с частотой менее 25 Гц и сложные сигналы с разными частотами не могут синхронизироваться или синхронизируются нестабильно. Поэтому обычно переключатель MODE устанавливают на AUTO, но переключают на NORM, если при входном сигнале (особенно ниже 25 Гц) осциллограф не способен обеспечить стабильную синхронизацию.



Положения TV-V и TV-H переключателя MODE служат для подключения селектирующих узлов в цепь синхронизации с тем, чтобы выделить синхроимпульсы синхроимпульсы вертикальной (кадровой) и горизонтальной (строчной) развертки в телевизионном сигнале. Чтобы наблюдать строки, установите переключатель в положение TV-H, если Вы хотите наблюдать кадры изображения, установите переключатель в положение TV-V. Для достижения лучших результатов выделяются синхроимпульсы отрицательной полярности.

Выбор полярности синхронизации. Переключатель SLOPE определяет, каким фронтом импульса запускается развертка изображения. Например, растянутый положительный фронт пилообразного сигнала вызовет джиттер (дрожь) фазы развертки, в то время, как отрицательный фронт этого сигнала даст стабильную синхронизацию. На следующем примере импульс имеет крутые фронты, но синхронизация по заднему нестабильному фронту вызовет нестабильную развертку и затруднит наблюдение. Синхронизация по переднему стабильному фронту даст стабильное изображение сигнала, даже если он имеет собственный джиттер. Если Вы сомневаетесь в правильности выбора или изображение неудовлетворительное попробуйте оба варианта.



Ручка LEVEL блока синхронизации. Ручка LEVEL определяет точку на выбранном фронте, при пересечении которой запускается развертка. Когда регулировка LEVEL находится в среднем положении, триггер запускается при переходе фронта через нуль. Регулировка LEVEL в "+" или в "-" соответственно смещает порог срабатывания триггера запуска развертки вверх или вниз. Влияние регулировки заметно на сигналах с растянутыми фронтами, таких как синусоидальные или треугольные.



#### 2-2-6. Операции сложения и вычитания сигналов.

Операции сложения и вычитания сигналов применяются при наблюдении за двумя сигналами. При операции сложения амплитуды сигналов складываются, и результирующая осциллограмма представляется как алгебраическая сумма сигналов CH1 и CH2. При операции вычитания амплитуда одного сигнала вычитается из амплитуды другого, и результирующая осциллограмма представляется как алгебраическая разность сигналов CH1 и CH2.

Для включения осциллографа в режим сложения двух сигналов сделайте следующее:

1. Установите осциллограф в двухлучевой режим работы в соответствии с разделом 2-2-4.
2. Убедитесь, что оба переключателя VOLT/DIV (13) и (14) установлены в одинаковое положение, а ручки VARIABLE (15) и (16) повернуты по часовой стрелке до щелчка. Если сигналы различны по амплитуде, установите оба переключателя VOLT/DIV так, чтобы наибольший сигнал помещался на экране.
3. Установите переключатель SOURCE блока синхронизации на сигнал с большей амплитудой.
4. Установите переключатель V MODE в положение ADD. При этом на дисплее останется один луч, являющийся алгебраической суммой двух сигналов. Для смещения положения луча по вертикали можно использовать любую из ручек POSITION блока VERTICAL (17) (18).

**ЗАМЕЧАНИЕ:** если входные сигналы находятся в фазе, результирующая амплитуда сигнала будет равняться алгебраической сумме сигналов (т.е. 4,2 деления + 1,2 деления = 5,4 деления). Если входные сигналы противофазные, то результирующая амплитуда сигнала будет равняться алгебраической разности сигналов (т.е. 4,2 деления - 1,2 деления = 3,0 деления).

5. Если размах результирующего сигнала слишком мал, поверните оба переключателя VOLT/DIV так, чтобы увеличить высоту изображения. Убедитесь, что оба переключателя стоят в одинаковых положениях.

Для осциллографа в режим вычитания двух сигналов сделайте те же самые действия, что и в предыдущих пунктах, и вытащите на себя ручку POSITION блока VERTICAL (18) канала CH2 для включения инверсии сигнала CH2. При этом на дисплее останется один луч, являющийся алгебраической разностью двух сигналов.

**ЗАМЕЧАНИЕ:** если входные сигналы находятся в фазе, результирующая амплитуда сигнала будет равняться алгебраической разности сигналов (т.е. 4,2 деления - 1,2 деления = 3,0 деления). Если входные сигналы противофазные, то результирующая амплитуда сигнала будет равняться алгебраической сумме сигналов (т.е. 4,2 деления + 1,2 деления = 5,4 деления).

### 2-2-7 Режим X-Y

В режиме X-Y внутренний генератор развертки не работает, горизонтальное и вертикальное отклонение луча управляется внешними входными сигналами. Усилитель вертикального отклонения луча канала 1 в этом режиме управляет горизонтальным отклонением луча, так что горизонтальная и вертикальная оси имеют идентичные регулировки.

Все регулировки MODE блока VERTICAL, переключатели блока синхронизации и связанные с ними ручки и входы в режиме X-Y не работают.

Для установки осциллографа в режим X-Y выполните следующие действия:

1. Поверните переключатель A TIME/DIV (22) по часовой стрелке до положения X-Y.  
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Уменьшите яркость луча, чтобы неподвижная светящаяся точка не прожгла люминофор экрана.
2. Подайте вертикальный сигнал на вход CH2 (Y) (10), а горизонтальный сигнал на вход CH1 (X) (9). Когда луч начнет разворачиваться на экране, отрегулируйте яркость.
3. Отрегулируйте амплитуду по вертикали переключателем VOLT/DIV (14), а ширину луча переключателем VOLT/DIV (13). При большой необходимости можно использовать переключатели PULL X5MAG (15) и (16), ручку TIME VARIABLE (25) не трогайте.
4. Отрегулируйте положение луча по вертикали ручкой POSITION блока VERTICAL (18), а положение луча по горизонтали ручкой POSITION блока HORIZONTAL (26), регулировка CH1 POSITION блока VERTICAL в режиме X-Y не работает.
5. Сигнал вертикальной оси можно инвертировать, вытащив на себя ручку POSITION блока VERTICAL (18), включив режим PULL CH2 INV.

### 2-2-8. Развертка с задержкой (только для OS-502RB, OS-5040A, OS-504RD)

Осциллографы настоящего описания, за исключением модели OS-9020A имеют две базы (два генератора) развертки, так что один (база А) может обеспечивать задержку между срабатыванием триггера, запускающего развертку и началом самой развертки, определяемой базой В. Это позволяет любой выбранный участок осциллограммы или любой единственный импульс в последовательности импульсов растянуть на всю ширину экрана ЭЛТ. Развертка с задержкой может использоваться как в однолучевом, так и в двухлучевом режиме. Последовательность операций одинакова независимо от количества лучей.

Основной режим развертки с задержкой. Выполните следующие действия:

1. Установите желаемый режим блока усилителя по вертикали.
2. Убедитесь, что кнопка В TRIG' D (21) отжата.
3. Нажмите кнопку А INT HORIZ DISPLAY (21). Часть луча будет более яркой.  
ЗАМЕЧАНИЕ: яркая часть луча будет весьма мала при большой разности установок длительности разверток А и В (TIME/DIV).
4. Поворачивайте ручку В TIME/DIV (23) до тех пор, пока яркая часть луча не растянется на длину участка, который Вы хотите исследовать (ширина).
5. Вращением ручки DELAY TIME POS (24) установите яркую часть луча на исследуемый участок (позиционирование).
6. Нажмите кнопку В HORIZ DISPLAY (21). Часть луча, выделенная яркостью на шаге 5, теперь растянется на всю ширину экрана. "Растяжка" осциллограммы будет определяться положением ручки В TIME/DIV.
7. При необходимости, дополнительное растяжение (в 10 раз) осциллограммы можно получить вытягиванием на себя ручки А VARIABLE (PULL X 10MAG).

Развертка с синхронизацией по В. При развертке с задержкой в основном режиме развертка луча, определяемая базой В, не синхронизирована с входным сигналом, луч появляется тогда, когда запущенная входным сигналом развертка "задержки", определяемой базой А, не пересечет порог, определяемый положением ручки DELAY TIME POS. Единственная проблема состоит в том, что при большом отношении А к В (задержки развертки к времени развертки) - 100:1 и более – появляется заметный на глаз джиттер (дрожь изображения). Для решения этой проблемы развертка, определяемая базой В, может сама запускаться входным сигналом. Ручка DELAY TIME POS при этом уже не влияет на положение яркого участка луча. В результате время задержки развертки становится кратным периоду следования сигналов, выбирается ручкой А TIME/DIV. Ограничивающим фактором здесь является яркость луча. Для включения режима развертки с синхронизацией по В выполните следующие действия:

1. Установите режим развертки на основной режим развертки с задержкой, как описано в предыдущем абзаце.
2. Нажмите кнопку В TRIG' D (21) и, при необходимости, отрегулируйте положение ручки LEVEL (30) блока синхронизации TRIGGER. Развертка, определяемая базой В, теперь запускается тем же синхроимпульсом, что и развертка, определяемая базой А. Начало хода луча (развертка по В) всегда

будет совпадать с фронтом или спадом сигнала синхронизации и на него не влияет положение ручки DELAY TIME POS.

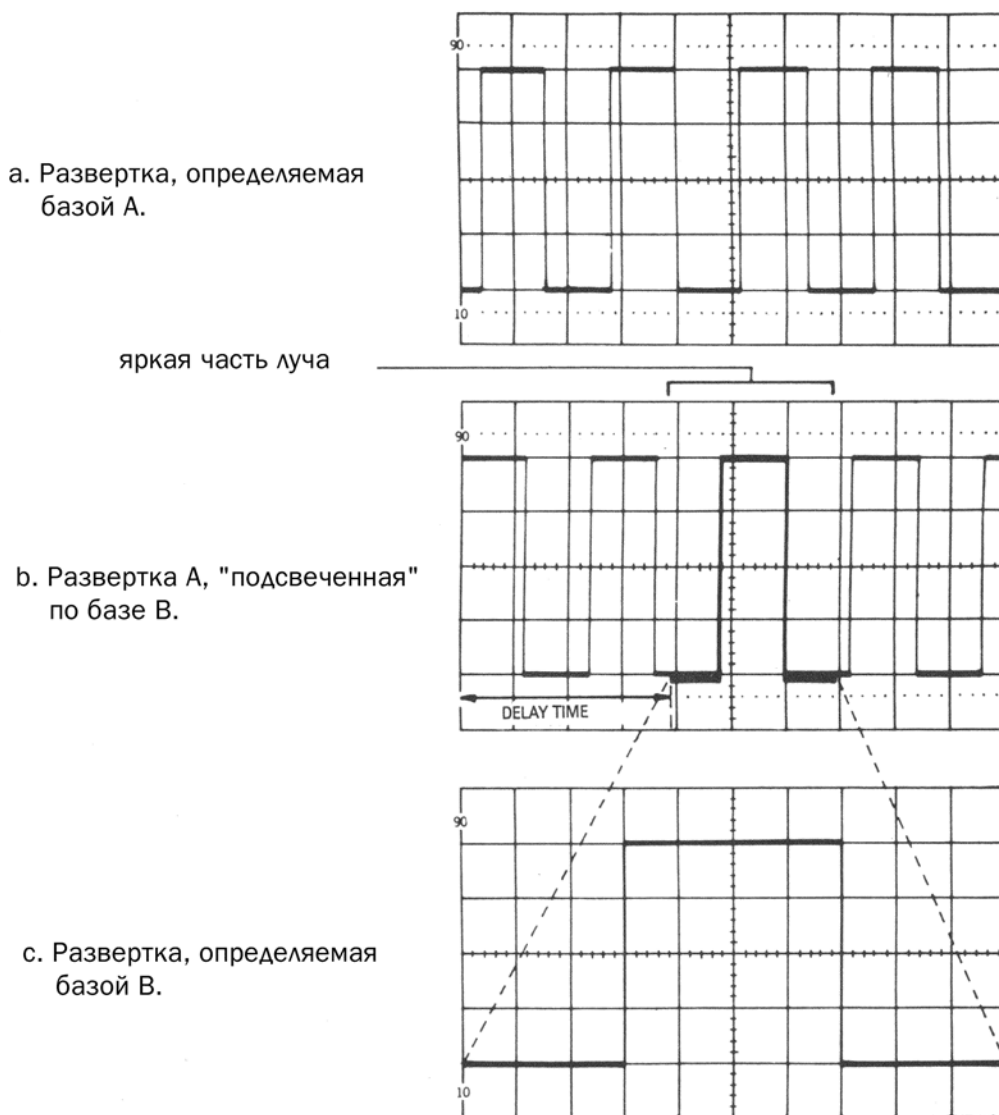


рис. 2-6. РАСТЯЖКА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗВЕРТКИ С ЗАДЕРЖКОЙ.

#### 2-2-9. Измерения с помощью курсоров (только для OS-502RB, OS-504RD)

#### 2-3. ПРИМЕНЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФА ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ

Этот раздел содержит инструкции по использованию Вашего осциллографа OS-9020A/OS-5000 серии для конкретных измерительных процедур. Однако, это только малая часть примеров использования этого осциллографа. Эти примеры выбраны для демонстрации возможностей, не описанных в разделе 2-2 основных процедур измерения.

##### 2-3-1. Измерение амплитуды сигнала

Современный осциллограф имеет две главные функции измерения. Первая - измерение амплитуды сигнала. Преимущество перед другими измерительными приборами состоит в том, что он позволяет получить полные характеристики напряжения исследуемого сигнала.

Измерения напряжения с помощью осциллографа обычно делятся на две группы: измерение амплитудного размаха (peak-to-peak) сигнала, т.е. разности между максимальным и минимальным значением мгновенного напряжения, и измерение мгновенного напряжения в конкретной точке осциллограммы относительно земли. При проведении любого из измерений убедитесь, что регуляторы VARIABLE завернуты по часовой стрелке до щелчка.

Измерение пикового значения напряжения. Для измерения пиковых значений напряжения сигнала выполните следующие действия:

1. Установите предварительно регулировки, как показано в разделе 2-2.
2. Поворотом ручки TIME/DIV (22) или (23) установите длительность развертки так, чтобы на экране помещалось два-три периода переменного сигнала, а переключателем VOLT/DIV добейтесь размаха сигнала на весь экран.
3. Соответствующими ручками POSITION блока VERTICAL (17) или (18) совместите отрицательный пик сигнала с ближайшей снизу горизонтальной градуировочной линией дисплея, рис. 2-7 оригинального описания.
4. Ручкой Horizontal POSITION (26) добейтесь совмещения положительного пика сигнала с центральной вертикальной градуировочной линией. Эта линия имеет дополнительную разметку с шагом в 0,2 клетки.
5. Сосчитайте количество клеток по вертикали между отрицательным пиком сигнала (градуировочной линией) и точкой пересечения положительного пика с центральной вертикальной градуировочной линией. Умножьте это число на масштаб переключателя VOLT/DIV для получения истинного значения амплитудного размаха сигнала. Например, если переключатель VOLT/DIV установлен на 2 вольта, то для осциллограммы рис. 2-7 размах будет составлять 8,0 вольт (4,0 деления x 2В).
6. При использовании умножителя X5 в канале вертикального отклонения луча для получения истинного значения разделите полученное в п. 5 значение на 5. Однако, при использовании аттенюатора пробника 10X умножьте полученное значение на 10.
7. При измерении синусоидальных сигналов с частотой повторения менее 100 Гц или сигналов прямоугольной формы с частотой повторения менее 1000 Гц установите переключатель AC/GND/DC в положение DC.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: убедитесь, что сигнал не имеет постоянную составляющую с высоким напряжением.

Измерение напряжений в точке осциллограммы. Для измерения напряжений в определенной точке сделайте следующие действия:

1. Установите предварительно регулировки, как показано в разделе 2-2.
2. Поворотом ручки TIME/DIV (22) или (23) установите длительность развертки так, чтобы на экране помещался один период переменного сигнала, а переключателем VOLT/DIV добейтесь размаха сигнала на 6-8 клеток (рис. 2-8 оригинального описания).
3. Установите переключатель AC/GND/DC (11) или (12) в положение GND.
4. Вращением ручки POSITION блока VERTICAL (17) или (18) совместите луч с центральной горизонтальной линией сетки. Однако, если заранее известно, что напряжение сигнала всегда положительной полярности, совместите луч с самой нижней горизонтальной линией сетки.

ЗАМЕЧАНИЕ: до окончания измерений ручку POSITION больше трогать нельзя.

5. Установите переключатель AC/GND/DC (11) или (12) в положение DC. Полярность всех точек сигнала, находящихся выше опорной горизонтальной линии положительна, все, что ниже этой линии имеет отрицательную полярность.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: убедитесь, что сигнал не имеет постоянную составляющую с высоким напряжением.

6. Используя ручку Horizontal POSITION (26), совместите измеряемую точку осциллограммы сигнала с вертикальной осью сетки, которая имеет дополнительную разметку с шагом в 0,2 клетки, и сосчитайте количество клеток по вертикали между опорной градуировочной линией и точкой пересечения осциллограммы с центральной вертикальной градуировочной линией. Умножьте это число на масштаб переключателя VOLT/DIV для получения значения напряжения сигнала в требуемой точке относительно земли. Например, если переключатель VOLT/DIV установлен на 0,5 вольта на деление, то для осциллограммы рис. 2-8 напряжение будет составлять 2,5 вольт (5,0 делений x 0,5В).
7. При использовании умножителя X5 в канале вертикального отклонения луча для получения истинного значения разделите полученное в п. 5 значение на 5. Однако, при использовании аттенюатора пробника 10X умножьте полученное значение на 10.

### 2-3-2. Измерение временных интервалов

Другой важной измерительной функцией осциллографа является измерение временных интервалов. Это возможно, поскольку развертка калибрована и цена деления клетки градуировочной сетки известна.

Основной режим. Основной режим измерения временных интервалов описан ниже. Те же действия используются при проведении других измерений.

1. Установить переключатели, как описано в разделе 2-2-3 для однолучевого режима работы.
2. Установить переключатель TIME/DIV (22) так, чтобы временной интервал, подлежащий измерению, занимал весь экран и был целиком виден. Убедитесь, что ручка TIME VARIABLE (25) завернута по часовой стрелке до щелчка. В противном случае измерения будут неточными.
3. Вращением ручки POSITION блока VERTICAL (17) или (18) расположите луч так, чтобы центральная горизонтальная линия сетки проходила через точки осциллограммы, между которыми производятся измерения.

4. Ручкой Horizontal POSITION (26) совместите левую измеряемую точку осциллограммы сигнала с ближайшей вертикальной градуировочной линией.
5. Сосчитайте количество клеток по горизонтали между левой точкой в п.4 и следующей измеряемой точкой. Учтите, что дополнительная разметка выполнена с шагом в 0,2 клетки.
6. Для определения интервала между двумя измеряемыми точками умножьте количество клеток, сосчитанных в п.5 на масштаб переключателя TIME/DIV. Если при измерениях ручка A VARIABLE (25) была вытянута (растяжка в 10 раз), полученное значение необходимо разделить на 10.

Измерение периода колебаний, ширины импульса и скважности сигнала. Основной режим, описанный в предыдущем разделе, может быть использован при измерении параметров импульсных сигналов, таких как период повторения, ширина импульса, скважность и др.

На рис. 2-9 оригинального описания периодом является расстояние между точками А и С, когда колебание проходит полный цикл. При длительности развертки 10 мсек./дел. период сигнала на рис. 2-9 равен 70 мсек.

Шириной импульса в том же примере на рис. 2-9 является расстояние между точками А и В, что при длительности развертки 10 мсек./дел. составляет 15 миллисекунд. Однако для точных измерений расстояние в 1,5 клетки слишком мало, поэтому в данном примере желательно использовать более быструю развертку. Увеличение скорости развертки до 2 мсек./дел., как показано на примере рис. 2-9В позволяет провести более точные измерения. Другим полезным вариантом является использование переключателя A VARIABLE (25), при вытягивании которого импульс растягивается в 10 раз.

Когда известен период повторения импульсов и ширина, например, положительного импульса, то можно вычислить скважность или относительную длительность импульсов. Она равна отношению длительности импульса к полному периоду повторения, выраженному в процентах.

$$\text{Скважность (\%)} = (\text{ширина импульса}) : (\text{период}) \times 100\%.$$

В нашем примере: скважность = 15 мсек. / 70 мсек. x 100% = 21,4%.

### 2-3-3. Измерение частоты

Если требуются точные измерения частоты, очевидно, что главным выбором является частотомер. Частотомер можно подключить к выходному разъему 1-го канала (20) CH1 OUTPUT, что удобно при одновременном наблюдении за сигналом. Однако осциллограф также может быть использован для измерения частоты, когда нет частотомера или высокий уровень шума в сигнале делает невозможным измерение частоты с помощью частотомера.

Частота является величиной, обратной периоду. Для измерения частоты необходимо измерить период "t" следования сигнала, как описано выше, а затем вычислить частоту "f" по формуле  $f = 1/t$ . Период, измеренный в секундах, даст частоту в герцах, миллисекунды дадут килогерцы, а микросекунды дадут мегагерцы. Точность этих измерений ограничена точностью калибровки горизонтальной развертки (см. технические характеристики).

### 2-3-4. Измерение разности фаз

Разность фаз или фазовый сдвиг между двумя сигналами может быть измерен с использованием обоих лучей осциллографа или при работе осциллографа в режиме X-Y.

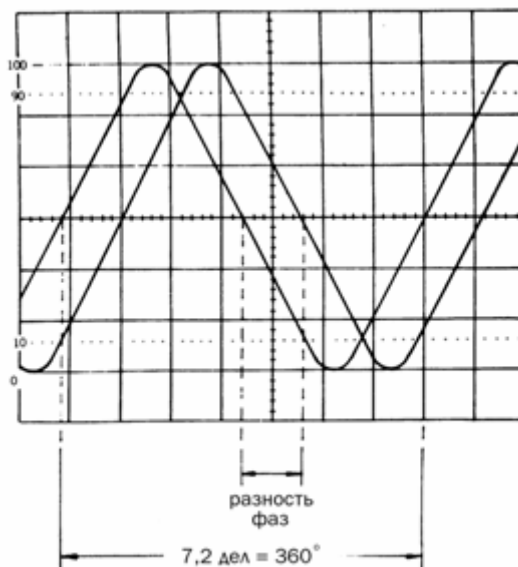
Метод с использованием двух лучей. Этот метод применим при сигналах любой формы, фактически он часто работает даже если используются сигналы разной формы. Этот метод эффективен при измерении больших и малых разностях фаз и на любых частотах вплоть до 40 МГц.

Для проведения измерения разности фаз двухлучевым методом проделайте следующее:

1. Установите настройки осциллографа, как описано в разделе 2-2-4 Работа в двухлучевом режиме, подключив один сигнал ко входу CH1 (9), а другой сигнал ко входу CH2 (10).

ЗАМЕЧАНИЕ: на высоких частотах используйте правильно скомпенсированные пробники или коаксиальные кабели одинаковой длины и одного типа для обеспечения одинаковых задержек.

2. Установите переключатель SOURCE синхронизации (28) на канал с наиболее чистым и стабильным сигналом. Временно сдвиньте луч другого канала с экрана по вертикали ручкой Vertical POSITION.
3. Поместите луч стабильного сигнала в центр экрана по вертикали и установите его амплитуду равной точно 6 клеткам, используя переключатель VOLT/DIV и регулировку VARIABLE.
4. Ручкой TRIGGER (30) блока синхронизации установите луч так, чтобы он пересекал центральную горизонтальную градуировочную линию в начале или недалеко от начала развертки.
5. Регулировками TIME/DIV (22), A VARIABLE (25), и Horizontal POSITION (26) установить длительность одного периода повторения сигнала равной 7,2 деления сетки. После этого каждая клетка градуировочной сетки будет равна  $50^\circ$ , а каждое маленькое деление будет равно  $10^\circ$ .



6. Ручкой Vertical POSITION верните выведенный с экрана луч второго канала, точно выставив его по центру экрана. При помощи переключателя VOLT/DIV и связанной с ним ручки VARIABLE установите амплитуду сигнала равной ровно 6 клеток.
7. Расстояние по горизонтали между соответствующими точками осциллограмм и будет разностью фаз. Например, на рисунке разность фаз равна 6 малым делениям, что составляет  $60^\circ$ .
8. Если разность фаз меньше  $50^\circ$ , вытяните ручку A VARIABLE для включения режима PULL X10 MAG - растяжки изображения сигнала в 10 раз, и, при необходимости используя ручку Horizontal POSITION, сместите в требуемое положение область измерения. При десятикратной растяжке изображения каждая клетка будет равна  $5^\circ$ , а каждое маленькое деление  $1^\circ$ .

Метод фигур Лиссажу. Этот метод используется прежде всего для синусоидальных сигналов.

Измерения возможны на частотах до 500 КГц, полосе пропускания усилителя горизонтальной развертки. Однако, для точных измерений, измерений малых разностей фаз, измерения должны быть ограничены диапазоном 50 КГц.

Для измерения разности фаз методом Лиссажу выполните следующие действия:

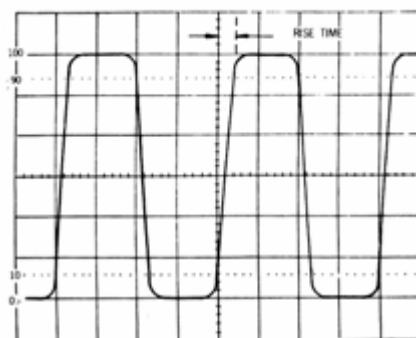
1. Поверните переключатель A TIME/DIV по часовой стрелке до положения X-Y.  
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Уменьшите интенсивность луча, иначе при неподвижной развертке луч прожжет люминофор экрана.
2. Убедитесь, что кнопка ручки CH2 POSITION блока VERTICAL (18) утоплена. В противном случае, это вызовет переворот фазы сигнала CH2 на  $180^\circ$ .
3. Подайте один сигнал на вход CH1 (или X), а другой на вход CH2 (или Y).
4. Ручкой Vertical POSITION (18) установите луч в центре экрана по вертикали, и регулировками CH2 VOLT/DIV (14) и VARIABLE (16) установите высоту траектории луча равной точно 6 клеток градуировочной шкалы (по касательной к линиям 0% и 100% шкалы).
5. Установите переключатель CH1 VOLT/DIV (13) для достижения максимально возможного изображения на экране.
6. Установите как можно точнее изображение в центр экрана по горизонтали ручкой Horizontal POSITION (26).
7. Подсчитайте количество делений A на центральной вертикальной градуировочной линии, соединяющей дуги фигуры. Для точного подсчета можно сдвинуть фигуру по вертикали ручкой CH2 POSITION.
8. Разность фаз между двумя сигналами будет равна арксинусу результата деления A : B (результат подсчета в п.7 делится на 6). Например, на рисунке A равно 2 клеткам,  $2 : 6$  равно 0,3334, арксинус равен  $19,5^\circ$ .
9. Простая формула подсчета действует при разности фаз до  $90^\circ$ . Для углов свыше  $90^\circ$  (левосторонний наклон) добавьте к результатам вычислений  $90^\circ$ . На рисунке 2-11b оригинального описания приведены примеры фигур Лиссажу для различных фазовых сдвигов, используйте эти примеры для определения, прибавлять ли к вычислениям дополнительные  $90^\circ$  или нет.

### 2-3-5. Измерение длительности фронта импульса

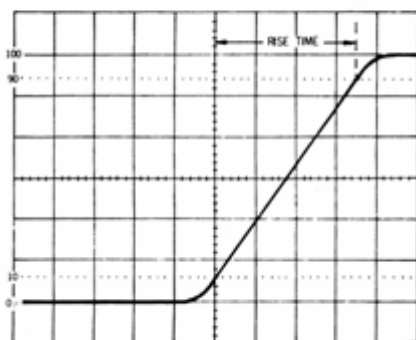
Длительность фронта импульса - это время нарастания сигнала от 10% до 90% его максимальной амплитуды. Длительность спада импульса - время спада от 90% до 10% амплитуды. Длительность фронта и длительность спада иначе называется временем переходных процессов.

Для измерения длительности фронта и спада выполните следующие действия:

1. Подключите измеряемый импульсный сигнал ко входу CH1 и установите переключатель AC/GND/DC (11) в положение AC.
2. Регулировкой A TIME/DIV (22) добейтесь, чтобы на экране умещалось около 2 периодов сигнала. Убедитесь, что ручка (25) A VARIABLE повернута до упора по часовой стрелке и утоплена.
3. Отрегулируйте положение луча по вертикали ручкой CH1 POSITION (17).
4. Установите переключатель VOLTS/DIV (13) так, чтобы размах сигнала выходил за разметки 0% и 100% градуировочных линий, затем ручкой VARIABLE (15) отрегулируйте размах сигнала на экране так, чтобы его максимальное и минимальное значения совпали с градуировочными линиями 0% и 100%.
5. Ручкой POSITION блока HORIZONTAL (26) сдвиньте фронт луча так, чтобы его 10% амплитуда пересекла центральную вертикальную градуировочную линию.



а. ОСНОВНОЙ РЕЖИМ



б. С РАСТЯЖКОЙ ПО ГОРИЗОНТАЛИ

6. Если длительность нарастания фронта импульса достаточно велика по сравнению с периодом повторения, никаких дополнительных настроек не требуется. Если длительность нарастания фронта мала, вытяните ручку A VARIABLE/PULL X 10MAG (25) и подрегулируйте положение луча по п.5.
7. Подсчитайте количество делений между центральной вертикальной линией сетки (уровень 10%) и точкой пересечения луча с линией 90%.
8. Умножьте полученный результат на коэффициент переключателя TIME/DIV для получения длительности фронта импульса. При использовании десятикратной растяжки сигнала разделите полученное значение на 10. Например, если развертка сигнала (на рисунке) равна 1мксек/дел., время нарастания фронта будет 360 наносекунд ( $1000 \text{ нс} : 10 = 100 \text{ нс}$ ,  $100 \text{ нс} \times 3,6 \text{ дел.} = 360 \text{ нс}$ ).
9. Для измерения времени спада импульса просто сдвиньте изображение по горизонтали и повторите шаги 7 и 8.
10. При измерении времени фронта и спада учтите, что сам осциллограф имеет собственное время нарастания фронта сигнала, которое прибавляется к истинному, и результат виден на дисплее. Поэтому для точных вычислений пользуйтесь формулой:

$$t_c = \sqrt{(t_m^2 - t_r^2)}, \text{ где}$$

$t_c$  - реальное время фронта (спада)

$t_m$  - измеренное по экрану

$t_r$  - время осциллографа

$$t_c = \sqrt{(t_m^2 - (17,5 \text{ нсек})^2)} : 20 \text{ МГц (9020A, 502RB)}$$

$$t_c = \sqrt{(t_m^2 - (8,8 \text{ нсек})^2)} : 40 \text{ МГц (5040A, 504RD)}$$

### 3. ОБСЛУЖИВАНИЕ И УХОД ЗА ПРИБОРОМ

В этом разделе описываются операции по обслуживанию осциллографов OS-9020A / OS-5000 серии.

#### 3-1. ЧИСТКА

Если корпус прибора загрязнился, вытрите его тканью, увлажненной в моющем средстве, а затем протрите его чистой сухой тканью. В случае стойких пятен попробуйте протереть их тканью, смоченной в спирте. Не используйте сильные органические вещества, такие как бензин или растворители для красок. Грязные пятна и пыль с экрана устраняются следующим образом. Сначала снимается лицевая панель и фильтр (см. рис. 3-1 оригинального описания). Протрите фильтр и, при необходимости, дисплей мягкой тканью, увлажненной мягким моющим средством или специальным раствором. Старайтесь не нанести царапин. Не используйте абразивы и агрессивные моющие средства. Дайте поверхностям просохнуть, прежде чем снова установить лицевую панель и фильтр. Если останется влага, водяные круги могут исказить форму сигнала и ухудшить четкость изображения. Соблюдайте особую осторожность при обращении с фильтром и с дисплеем ЭЛТ, не касайтесь их пальцами.

#### 3-2. ИНТЕРВАЛЫ КАЛИБРОВКИ

Для поддержания точности в соответствии с технической спецификацией процедура проверки и калибровки должна производиться каждые 1000 часов работы. Однако, если прибор используется нечасто, калибровку можно производить каждые 6 месяцев.