

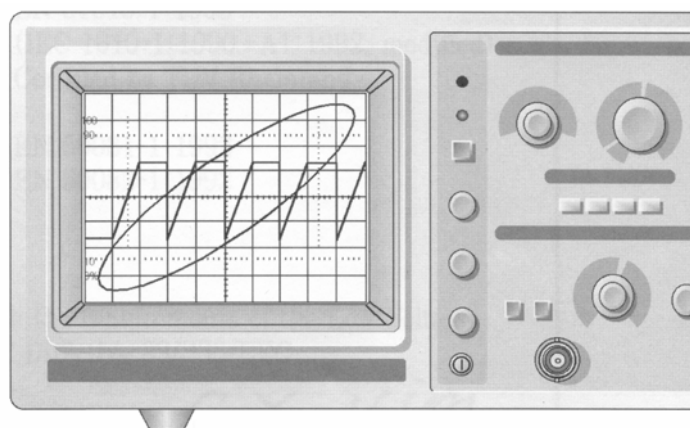


# Осциллограф

**OS-5100**

**Аналоговый осциллограф**

**РУКОВОДСТВО ПО  
ЭКСПЛУАТАЦИИ**



### **Гарантийные обязательства**

Гарантийное обслуживание осуществляется в течение одного года от даты покупки.

В случае технического отказа в период гарантийного обслуживания, ремонта будет осуществлен нашим центром обслуживания или торговым представителем бесплатно.

По истечении периода гарантии, мы осуществляем ремонт за счет пользователя.

В случае отказа в результате небрежного использования, стихийного бедствия или несчастного случая, мы осуществляем ремонт за счет пользователя независимо от гарантийного периода.

Для осуществления качественного обслуживания и ремонта, убедитесь, что вошли в контакт с нашим центром обслуживания или торговым представителем.

## Введение

Благодарим Вас за выбор прибора корпорации EZ Digital. Электронные измерительные приборы, произведенные корпорацией EZ Digital, являются высокотехнологичным продуктом, изготовленным при строжайшем контроле качества. Мы гарантируем их исключительную точность и высокую надежность. Для правильной эксплуатации, пожалуйста, внимательно изучите настоящее руководство.



## Замечания

1. Для обеспечения точной и надежной работы прибора используйте его в следующих климатических условиях: температура 10°C~35°C, относительная влажность 45% - 85%).
2. Перед использованием, после включения прогрейте прибор в течение 15 мин.
3. В целях обеспечения безопасности данный прибор следует включать в сетевые розетки с контактом заземления. При использовании двухпроводного шнура питания для обеспечения безопасности контакт заземления прибора подключите к заземлению источника питания.
4. Конструкция и технические характеристики производимого оборудования могут быть изменены изготовителем без предварительного уведомления.
5. При появлении вопросов связанных с эксплуатацией данного прибора, обратитесь в сервисный центр EZ Digital или к нашему торговому представителю.

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ****Предупреждения о потенциальной опасности**

При изучении руководства уделите особое внимание предупреждениям о потенциальной опасности. Они служат для обеспечения Вашей безопасности и для предотвращения повреждения осциллографа. Действия, изложенные в предупреждениях о потенциальной опасности, обязательны для исполнения, как пользователями, так и персоналом сервисных служб.

**Виды предупреждений**

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:** предназначено для обращения внимания пользователя на необходимость правильного использования или обслуживания прибора с целью предотвращения повреждения оборудования.

**ВНИМАНИЕ!:** предназначено для обращения внимания на потенциальную опасность для жизни и здоровья пользователя.

**Значение символов**

предупреждения (в зависимости от контекста).



символ защитного заземления

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ.....	5
1-1.	ВВЕДЕНИЕ .....	5
1-2.	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	5
1-3.	УКАЗАНИЯ ПО ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ПРОВЕРКЕ .....	8
1-3-1.	Выбор сетевого напряжения .....	8
1-3-2.	Размещение прибора и меры безопасности .....	9
1-4.	ПРИНАДЛЕЖНОСТИ .....	9
2.	ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	10
2-1.	НАЗНАЧЕНИЕ РУЧЕК УПРАВЛЕНИЯ, ИНДИКАТОРОВ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ РАЗЪЕМОВ.....	11
2-1-1.	Блок питания и дисплей прибора .....	11
2-1-2.	Блок усилителя по вертикали .....	11
2-1-3.	Блок развертки и синхронизации .....	12
2-1-4.	Дополнительные возможности .....	13
2-2.	РАБОТА С ПРИБОРОМ .....	14
2-2-1.	Подключение источника сигнала к осциллографу .....	14
2-2-2.	Подготовка к работе.....	14
2-2-3.	Компенсация пробника .....	15
2-2-4.	Работа в одноканальном режиме.....	16
2-2-5.	Работа в двухканальном режиме .....	17
2-2-6.	Синхронизация .....	17
2-2-7.	Режим сложения и вычитания сигналов .....	19
2-2-8.	Режим X-Y .....	19
2-2-9.	Использование задержанной развертки .....	20
2-3.	ПРИМЕНЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФА ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ .....	20
2-3-1.	Измерение амплитуды сигнала .....	21
2-3-2.	Измерение временных интервалов .....	22
2-3-3.	Измерение частоты .....	24
2-3-4.	Измерение разности фаз.....	24
2-3-5.	Измерение длительностей фронта и спада импульса .....	26
3.	ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА.....	28
3-1.	ЧИСТКА.....	28
3-2.	ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА.....	28
4.	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	29
4-1.	ВНЕШНИЙ ВИД .....	29
4-2.	БЛОК СХЕМА .....	30

## 1. ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

### 1-1. ВВЕДЕНИЕ

Осциллограф OS-5100 является 2-канальным измерительным прибором, с полосой пропускания 100 МГц, имеющем превосходные функциональные характеристики, включая широкую полосу пропускания, высокую чувствительность, два генератора развертки, задержку развертки и запуск по телевизионному сигналу. Все это позволяет уменьшить ошибку измерения. Прибор имеет ЭЛТ с экраном 6 дюймов с внутренней флуоресцентной шкалой, что позволяет фотографировать наблюдаемую форму сигнала.

### 1-2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАРАМЕТР	ХАРАКТЕРИСТИКИ
<b>* ЭЛТ</b>	
1) внешний вид	6-дюймовый прямоугольный экран с внутренней измерительной сеткой, 8x10 делений (1 дел. = 1 см), с разметкой для измерения длительности фронтов импульса. Центральные оси имеют дополнительные деления с шагом 2мм.
2) ускоряющий потенциал	+ 9 кВ (относительно катода))
3) фосфорное покрытие	P31 (стандарт)
4) фокусировка	регулируемая (с корректирующими цепями авто фокусировки)
5) корректировка угла наклона	есть
6) регулировка яркости шкалы	регулируемая
7) регулировка яркости луча	есть
<b>* Вход Z</b> (яркостная модуляция)	
1) входной сигнал	положительный сигнал снижает яркость луча При нормальной установке яркости возможна регистрация сигнала с размахом 3 В и более.
2) полоса пропускания	0 – 3.5 МГц (- 3 дБ)
3) режим входа	открытый вход (DC)
4) импеданс входа	17~22 кОм
5) макс. входное напряжение	20 В (постоянное + амплитуда переменного)
<b>* вертикальное отклонение</b>	
1) полоса пропускания (- 3 дБ)	0 – 100 МГц, нормальный режим (x1)
	открытый вход (DC) 0 – 20 МГц, (2 мВ/дел.)
закрытый вход (AC)	10 Гц – 100 МГц, нормальный режим (x1)
	10 Гц – 20 МГц, (2 мВ/дел.)
2) режимы	CH1, CH2, ALT, CHOP, ADD
3) коэффициенты отклонения	2 мВ/дел – 5 В/дел, 11 калиброванных ступеней с шагом 1-2-5; плавная регулировка до 1:2.5 на каждой ступени.
4) погрешность коэффициента отклонения	нормальный режим: ±3%.
5) входной импеданс	около 1 МОм, параллельная емкость 25 пФ
6) макс. входное напряжение	на входе прибора: 250 В (постоянное + амплитуда переменного); на входе пробника: см. спецификацию пробника.
7) режимы входа	DC (открытый вход) – AC (закрытый вход), GND (земля)
8) время нарастания	менее 3.5 нс (менее 17.5 нс: 2 мВ/дел.)
9) выход CH1	20 мВ/дел при 50 Ом: 50 Гц – 30 МГц (-3 дБ)
10) инверсия полярности	только CH2
11) задержка сигнала	кабельная

ПАРАМЕТР	ХАРАКТЕРИСТИКИ																		
12) EXT входной импеданс макс. входное напряжение	около 1 МОм, параллельная емкость 22 пФ на входе прибора: 250 В (постоянное + амплитуда переменного)																		
<b>* горизонтальная развертка</b>																			
1) режимы развертки	A, A INT, B, X-Y, B TRIG'D																		
2) коэффициенты развертки A задержка изображения сигнала относительно начала развертки (HOLD OFF)	0.1 мкс/дел – 0,5 с/дел, 21 калиброванная ступень с шагом 1-2-5, плавная регулировка в пределах ступени до 2,5 раз. регулируемая																		
3) коэффициенты развертки B задержка развертки	0.1 мкс/дел – 10 мкс/дел, калиброванные ступени с шагом 1-2-5 от 1 дел. и менее до 10 дел. и более																		
4) растяжка развертки	10-кратная (максимальная скорость развертки 10 нс/дел.)																		
5) погрешность коэффициента развертки	±3%, ±5% (x10)																		
<b>* система синхронизации</b>																			
1) режимы	AUTO, NORM, TV-V, TV-H																		
2) источник синхронизации	внутренняя (INT), от сети (LINE), внешний сигнал (EXT).																		
3) запускающий перепад	+ или -																		
4) чувствительность и частота AUTO, NORM TV-V, TV-H	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Частота</th> <th>INT</th> <th>EXT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 Гц~10 МГц</td> <td>0.48 дел.</td> <td>200 мВ</td> </tr> <tr> <td>10 МГц~100 МГц</td> <td>1.5 дел.</td> <td>600 мВ</td> </tr> <tr> <td>TV-V, TV-H</td> <td>1.0 дел.</td> <td>0.2 В</td> </tr> <tr> <td>30 Гц~10 МГц</td> <td>1.5 дел.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>10 МГц~100 МГц</td> <td>3.0 дел.</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Частота	INT	EXT	30 Гц~10 МГц	0.48 дел.	200 мВ	10 МГц~100 МГц	1.5 дел.	600 мВ	TV-V, TV-H	1.0 дел.	0.2 В	30 Гц~10 МГц	1.5 дел.	-	10 МГц~100 МГц	3.0 дел.	-
Частота	INT	EXT																	
30 Гц~10 МГц	0.48 дел.	200 мВ																	
10 МГц~100 МГц	1.5 дел.	600 мВ																	
TV-V, TV-H	1.0 дел.	0.2 В																	
30 Гц~10 МГц	1.5 дел.	-																	
10 МГц~100 МГц	3.0 дел.	-																	
5) ALT TRIGGER																			
<b>* режим X-Y</b>																			
1) полоса пропускания	0 Гц – 2 МГц, DC (открытый вход) 10 Гц – 2 МГц, AC (закрытый вход)																		
2) разрешение для разности фаз X-Y	не менее 3° (при частоте 0 – 100 кГц)																		
<b>* калибратор для регулировки пробника</b>	прямоугольные импульсы с частотой около 1 кГц, амплитуда 0,5 В (±3%) меандр (скважность 2)																		
<b>* питание</b>																			
1) напряжение сети	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">диапазон напряжений</th> <th colspan="2">предохранитель (250 В)</th> </tr> <tr> <th>UL198G</th> <th>IEC127</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>~100 В (90 В – 110 В)</td> <td rowspan="2">2A</td> <td>F2A</td> </tr> <tr> <td>~120 В (108 В – 132 В)</td> <td>F1A</td> </tr> <tr> <td>~220 В (198 В – 242 В)</td> <td rowspan="2">1A</td> <td>F1A</td> </tr> <tr> <td>~230 В (207 В – 250 В)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	диапазон напряжений	предохранитель (250 В)		UL198G	IEC127	~100 В (90 В – 110 В)	2A	F2A	~120 В (108 В – 132 В)	F1A	~220 В (198 В – 242 В)	1A	F1A	~230 В (207 В – 250 В)				
диапазон напряжений	предохранитель (250 В)																		
	UL198G	IEC127																	
~100 В (90 В – 110 В)	2A	F2A																	
~120 В (108 В – 132 В)		F1A																	
~220 В (198 В – 242 В)	1A	F1A																	
~230 В (207 В – 250 В)																			
2) частота	50 Гц / 60 Гц																		
3) потребляемая мощность	около 60 Вт																		

ПАРАМЕТР	ХАРАКТЕРИСТИКИ
<b>* конструктивные параметры.</b>	
1) масса	8.5±1 кг
2) габаритные размеры	320 мм (W) X 140 мм (H) X 430 мм (L)
<b>* климатические условия</b>	
1) диапазон рабочих температур	+10°C ~ +35°C (+50°F ~ +95°F)
2) предельные рабочие температуры	0°C ~ +40°C (+32°F ~ +104°F)
3) температура хранения	-20°C ~ +70°C (-4°F ~ +158°F)
4) относительная влажность при эксплуатации	45% - 85%
5) относительная влажность при хранении	35% - 90%
<b>* соответствие стандарту безопасности</b>	EN61010-1, категория защиты по напряжению II, категория защиты от внешнего воздействия 2; сертификаты: TÜV.
<b>* электромагнитная совместимость EMC</b>	собственное излучение: соответствует EN50081-1 защита от излучений: соответствует EN50082-1, IEC801-2, 3, 4

**Замечание:** 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 этом случае точность осциллографа не гарантируется.



### 1-3. УКАЗАНИЯ ПО ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ПРОВЕРКЕ

Перед включением осциллографа выполните следующие процедуры для обеспечения безопасности и предотвращения его повреждения.

#### 1-3-1. Выбор сетевого напряжения

Для предотвращения повреждения прибора необходимо установить переключателем правильную величину питающего напряжения и соответствующий этому напряжению предохранитель. Прибор работает при напряжении сети либо в диапазоне 90 В – 132 В, либо в диапазоне 198 В – 250 В. Перед подачей питающего напряжения убедитесь, что переключатель установлен правильно.

Для изменения положения переключателя:

1. Убедитесь, что прибор отключен от сети питания.
2. Выньте держатель предохранителя с предохранителем, замените предохранитель в соответствии с таблицей 1-1 и вставьте держатель на место.

Таблица 1-1. Выбор положения переключателя и номинала предохранителя

Напряжение сети	Положение стрелки переключателя	Предохранитель (250 В)	
		UL198G	IEC127
90 В – 110 В	~100 В	2 А	F2A
108 В – 132 В	~120 В		
198 В – 242 В	~220 В	1 А	F1A
207 В – 250 В	~230 В		

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:** Этот прибор имеет заземленное шасси (используется 3-х проводной шнур электропитания). Перед использованием проверьте, имеет ли другое оборудование, соединяющееся с осциллографом трансформаторный источник питания. Не подключайте к осциллографу оборудование, имеющее бестрансформаторный преобразователь питания.

Не подключайте вход осциллографа непосредственно к сети питания переменного тока или к любым другим схемам, имеющим непосредственный контакт с сетью питания переменного тока

В противном случае Вы можете получить серьезные травмы или вывести из строя осциллограф.

### 1-3-2. Размещение прибора и меры безопасности

Для безаварийного использования осциллографа и наиболее полного использования его возможностей при размещении прибора на рабочем месте соблюдайте следующие меры предосторожности.

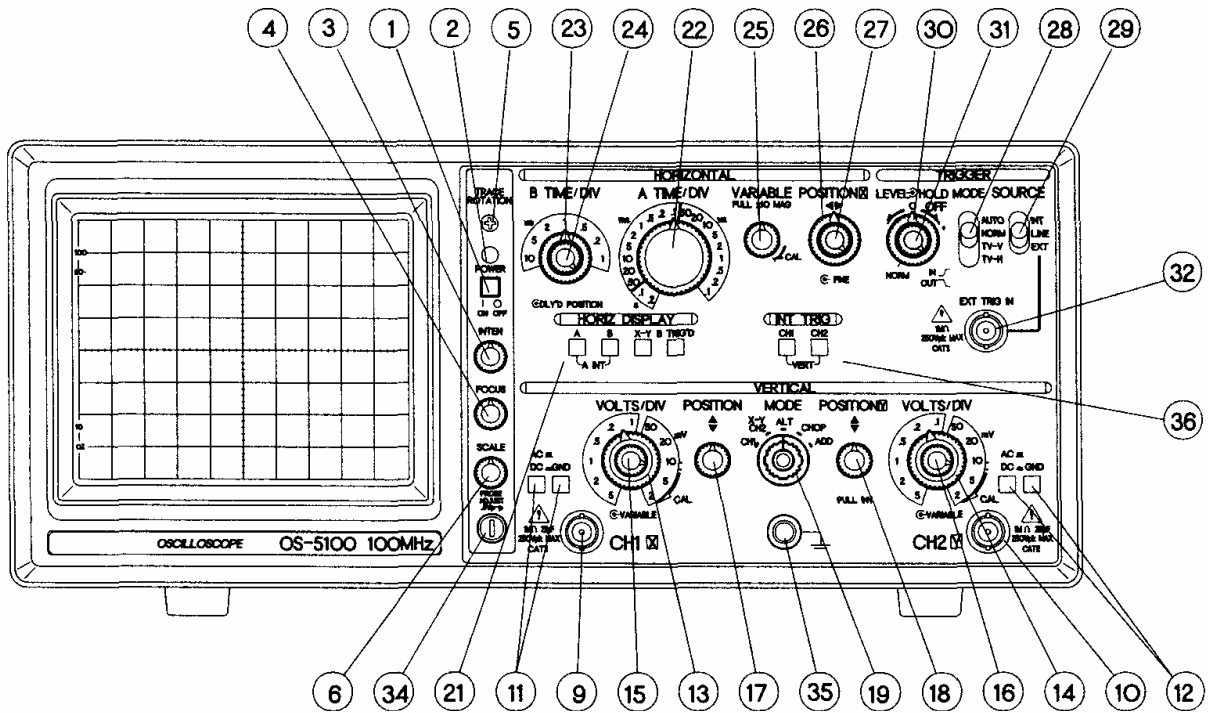
1. Избегайте размещения прибора в местах с очень высокой или низкой температурой. Не оставляйте прибор в закрытой машине на солнце или рядом с системой отопления.
2. Не включайте осциллограф сразу после пребывания его на холоде. Дайте ему прогреться до комнатной температуры. Не перемещайте прибор из теплого помещения в очень холодное. Конденсация влаги может повлиять на работу прибора.
3. Недопустимо нахождение прибора в пыльном или влажном помещении.
4. Не ставьте на прибор сосуды с жидкостями (например, чашки с кофе). Пролившаяся жидкость может серьезно повредить прибор.
5. Не используйте прибор в местах, где на него могут воздействовать сильная вибрация и сотрясения.
6. Не ставьте на прибор тяжелые предметы и не перекрывайте вентиляционные отверстия.
7. Не используйте осциллограф в условиях сильных магнитных полей, например, около электромоторов.
8. Не просовывайте сквозь вентиляционные отверстия внутрь прибора проволоку и т.п.
9. Не оставляйте рядом с прибором горячий паяльник.
10. Не ставьте прибор на землю лицевой панелью вниз, это может повредить ручки и кнопки управления.
11. Не ставьте прибор вертикально, если к BNC разъемам, расположенным на задней панели подключены кабели, это может повредить кабели.
12. Не превышайте допустимых значений напряжения для входов осциллографа или пробников.

### 1-4. ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

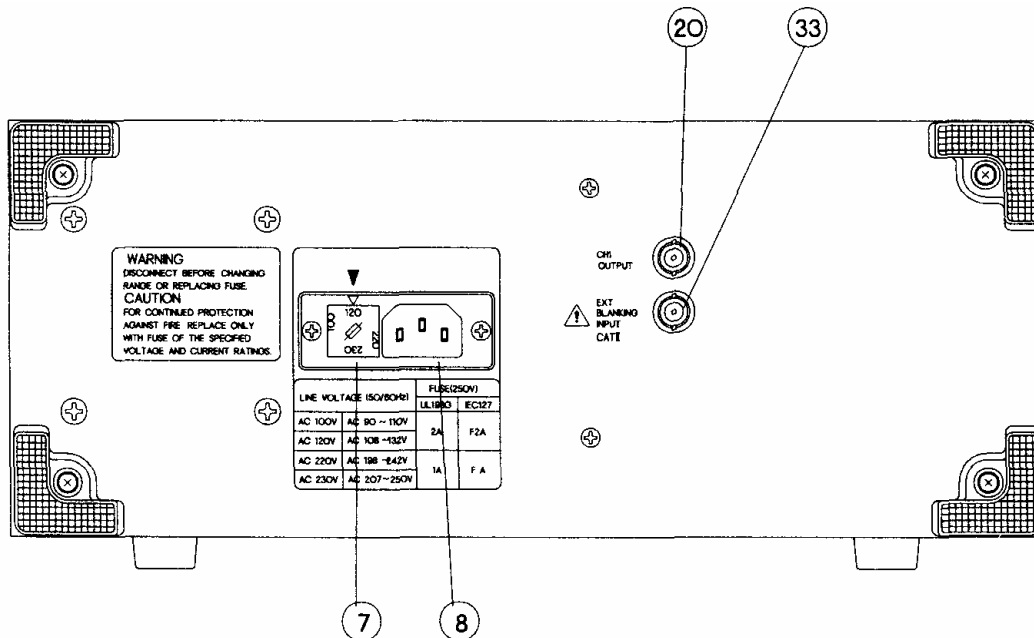
В комплекте с осциллографом поставляются следующие принадлежности:

- |                                |         |
|--------------------------------|---------|
| (1) Инструкция по эксплуатации | : 1 шт. |
| (2) Шнур питания               | : 1 шт. |
| (3) Пробник (опция)            | : 2 шт. |
| (4) Предохранитель             | : 1 шт. |

## 2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



(A) ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ



(B) ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ

Рисунок 2-1. ПЕРЕДНЯЯ И ЗАДНЯЯ ПАНЕЛИ ОСЦИЛЛОГРАФА OS-5100.

Этот раздел содержит всю необходимую информацию для работы с осциллографом OS-5100 при проведении измерений. Раздел состоит из описания соединительных разъемов, индикаторов, ручек управления, процедур включения и проведения основных операций, а также методик проведения некоторых измерений.

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

Перед первым включением ознакомьтесь с органами управления, разъемами, индикаторами и другими особенностями прибора, описанными в настоящем разделе. Нумерация соответствует рисунку 2-1.

### 2-1-1. Блок питания и дисплей прибора

[1] выключатель питания	служит для включения / выключения прибора
[2] индикатор POWER	зеленый индикатор загорается при включении прибора.
[3] регулятор яркости INTEN	служит для регулировки яркости луча дисплея, при вращении по часовой стрелке яркость увеличивается.
[4] регулятор фокуса FOCUS	служит для фокусирования луча
[5] корректировка угла наклона осциллограммы	при помощи отвертки позволяет корректировать параллельность линии развертки и горизонтальной оси шкалы дисплея.
[6] регулятор свечения шкалы	служит для регулировки яркости свечения шкалы при фотографировании дисплея ЭЛТ.
[7] переключатель напряжения	позволяет установить требуемое напряжение питания прибора.
[8] разъем шнура питания	предназначен для подключения шнура питания.

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

[9] входной разъем канала CH1 или вход X IN	для подключения источника сигнала к входу усилителя канала CH1, в режиме X-Y для подключения источника сигнала к входу усилителя горизонтальной развертки.
---	--

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:** во избежание повреждения осциллографа не подавайте на вход CH1 напряжение свыше 250 В (постоянное + амплитуда переменного) относительно земли.

[10] входной разъем канала CH2 или вход Y IN CH2	для подключения источника сигнала к входу усилителя канала CH2, в режиме X-Y для подключения источника сигнала к входу усилителя вертикальной развертки.
--	--

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:** во избежание повреждения осциллографа не подавайте на вход CH2 напряжение свыше 250 В (постоянное + амплитуда переменного) относительно земли.

[11] [12] переключатели AC-DC, GND	для выбора режима подачи сигнала канала CH1, CH2 на усилитель вертикального отклонения.
------------------------------------	---

AC  
в положении AC между входным разъемом и входом усилителя подключается конденсатор, отсекая постоянную составляющую сигнала.

DC  
в положении DC вход усилителя подключается к входному разъему непосредственно, при этом весь сигнал поступает на вход усилителя.

GND  
в положении GND вход усилителя заземляется, для определения положения нулевого уровня.

[13] [14] переключатели VOLTS/DIV	для выбора коэффициента отклонения по вертикали входного сигнала канала CH1, CH2.
-----------------------------------	---

[15] [16] регулятор VARIABLE	для плавного изменения коэффициента отклонения в пределах одного шага VOLTS/DIV (до 2,5 раз). Измерения напряжения при этом делать нельзя. Измерения можно проводить только при крайнем положении регулятора VARIABLE по часовой стрелке (до щелчка).
------------------------------	---

[17] регулятор CH1 POSITION	регулировка положения осциллограммы канала CH1 по вертикали. Вращение по часовой стрелке перемещает осциллограмму вверх, против часовой стрелки – вниз.
-----------------------------	---

[18] регулятор CH2 POSITION	действие аналогично описанному выше регулятору [17] для канала CH2. Если потянуть ручку на себя, то сигнал канала CH2 будет инвертирован.
[19] переключатель V MODE	для выбора режима вывода осциллограмм на экран
CH1	при режиме CH1 на экране отображается только сигнал канала CH1.
CH2	при режиме CH2 на экране отображается только сигнал канала CH2.
ALT	при режиме ALT происходит поочередный вывод на экран сигнала обоих каналов синхронно с запуском развертки, используется при развертке быстрее 50 мкс/дел.
CHOP	при режиме CHOP развертка для каждого сигнала запускается одновременно, используется при развертке медленнее 50 мкс/дел., при сложном или модулированном сигнала.
ADD	при режиме ADD на экране отображается алгебраическая сумма сигналов каналов CH1 и CH2.
[20] выходной разъем CH1 OUTPUT	усиленный входной сигнал канала CH1, предназначен для синхронизации, подключения частотомера или других приборов.

### 2-1-3. Блок развертки и синхронизации

[21] переключатели HORIZ DISPLAY	для выбора режима горизонтальной развертки.
A	при нажатой кнопке на экран выводится только изображение с основной разверткой A.
A INT	на экран выводятся одновременно изображения сигнала с основной разверткой A и задержанной разверткой B. При этом сигнал с разверткой B выделен яркостью на сигнале развертки A. Положение, выделенного участка, определяется регулятором DLY'D POSITION. Коэффициенты разверток A и B устанавливаются переключателями A TIME/DIV и B TIME/DIV соответственно.
B	на весь экран выводятся только изображение сигнала задержанной разверткой B.
X-Y	для выбора режима X-Y.
B TRIG'D	при этом режиме запуск задержанной развертки происходит при первом выполнении установленных параметров синхронизации.
[22] переключатель коэффициента развертки A TIME/DIV	для выбора точного значения коэффициента основной развертки (A), времени задержки для режима задержки развертки.
[23] переключатель коэффициента развертки B TIME/DIV	для выбора точного значения коэффициента развертки (B).
[24] регулятор DLY'D POSITION	для изменения времени задержки развертки B относительно запуска развертки A.
[25] регулятор A VARIABLE	плавное изменение коэффициента развертки A в пределах установленного точного значения.
PULLx10MAG	При вытянутом на себя положении переключателя происходит растяжка изображения по горизонтали в десять раз. В этом случае коэффициент развертки становится в 10 раз меньше установленного переключателем TIME/DIV. Растяжка изображения происходит вдоль горизонтальной оси симметрично относительно центральной вертикальной оси сетки экрана.
[26] регулятор HORIZONTAL POSITION	для перемещения осциллограммы по горизонтали на экране ЭЛТ. Вращение по часовой стрелке сдвигает осциллограммы вправо, против часовой стрелки – влево.
[27] регулятор FINE	для точного перемещения осциллограммы по горизонтали.

[28] переключатель TRIGGER MODE	для выбора режима синхронизации развертки.
AUTO	при автоматическом режиме происходит свободный запуск развертки. При отсутствии сигнала или невыполнении условий синхронизации запуск развертки происходит принудительно. При частоте сигнала 25 Гц и более и выполнении условий синхронизации, установленных органами управления осциллографа, происходит запуск развертки.
NORM	в этом режиме запуск развертки происходит только при выполнении условий синхронизации, установленными органами управления осциллографа. При невыполнении условий синхронизации развертки луча на экране не будет. Режим эффективен при частоте сигнала 25 Гц и менее.
TV-V	для наблюдения видеосигналов с кадровой частотой
TV-H	для наблюдения видеосигналов с частотой строчной развертки
[29] переключатель TRIGGER SOURCE	для выбора оптимального источника синхронизации развертки.
INT	для выбора в качестве источника синхронизации сигнала CH1 (CH2) (выбирается кнопками переключателя [36]).
LINE	для выбора в качестве источника синхронизации – сети питания переменного тока. Режим позволяет наблюдать сигналы, связанные с питающим напряжением, даже если они малы по сравнению с другими компонентами входного сигнала.
EXT	источник синхронизации - сигнал на входе EXT TRIG IN. Используется для получения устойчивого изображения в не зависимости от амплитуды и формы исследуемого сигнала.
[30] регулятор HOLD OFF	предназначен для синхронизации при исследовании сложного сигнала, за счет задержки начала вывода изображения сигнала на экран относительно момента запуска основной развертки (A). Это позволяет избежать запуска в некоторых промежуточных точках в пределах времени вывода сигнала на экран. Время задержки увеличивается при вращении по часовой стрелке.
[31] регулятор TRIG LEVEL	для выбора уровня сигнала синхронизации, при которой запускается развертка. При повороте по часовой стрелке уровень в сторону положительных значений. При повороте против часовой стрелки уровень сдвигается в сторону отрицательных значений.
переключатель TRIGGER SLOPE	для выбора синхронизации по положительному или отрицательному фронту сигнала. При вытянутой ручке переключателя синхронизация происходит по отрицательному фронту. При утопленной – по положительному фронту.
[32] входной разъем EXT TRIG IN	для подключения внешнего источника сигнала синхронизации.

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:** во избежание повреждения осциллографа не подавайте на вход EXT TRIG IN напряжение свыше 250 В (постоянное + амплитуда переменного) относительно земли.

#### 2-1-4. Дополнительные возможности

[33] входной разъем EXT BLANKING INPUT (вход Z)	для подключения источника сигнала отображаемого на экране ЭЛТ модуляцией яркости. Яркость уменьшается с положительным сигналом, и увеличивается с отрицательным сигналом.
[34] вывод сигнала для калибровки пробника PROBE ADJUST	на выводе присутствует калиброванный сигнал прямоугольной формы (0,5 В; 1 кГц) для точной настройки пробника и калибровки усилителя вертикального отклонения.
[35] контакт заземления	предназначен для подключения провода заземления к прибору.
[36] кнопки VERT MODE	для выбора режима работы вертикального усилителя.
CH1	на экране ЭЛТ отображается сигнал канала CH1.
CH2	на экране ЭЛТ отображается сигнал канала CH1.

## 2-2. РАБОТА С ПРИБОРОМ

### 2-2-1. Подключение источника сигнала к осциллографу

Существует три метода подключения источника исследуемого сигнала к осциллографу.

1. Подключение с использованием провода.
2. Подключение с использованием коаксиального кабеля.
3. Подключение с использованием пробника осциллографа.

1. Подключение через обычный провод может быть достаточным, когда амплитуда сигнала велика и выходное сопротивление источника сигналов мало (например, ТТЛ-схемы), но используется редко. На неэкранированные провода наводятся помехи, которые могут затруднить исследование малых сигналов. Кроме того, существует проблема подключения одиночного провода к входу осциллографа, при этом необходимо использовать специальные адаптеры.

2. Подключение через коаксиальный кабель является наиболее популярным способом подключения осциллографа к источнику сигналов и оборудованию, имеющему выходные разъемы. При этом экран кабеля сильно снижает уровень наводок. Такие коаксиальные кабели имеют BNC разъемы на каждом конце и широкий спектр специальных переходников для подключения к различным разъемам.

3. Осциллографические пробники наиболее предпочтительны для подключения осциллографа непосредственно к исследуемым схемам. Пробник имеет отключаемый аттенюатор: 1x (прямое соединение) и 10x (10-кратный делитель сигнала). При положении переключателя 10x входной импеданс пробник/осциллограф увеличивается до 10 МОм при емкости в несколько пикофард. Уменьшение входной емкости является наиболее важной причиной использования аттенюаторов пробников при работе с высокими частотами, когда емкости существенно нагружают сигнал и вносят искажения. При использовании аттенюатора 10x коэффициент вертикального отклонения установленный переключателем VOLT/DIV необходимо умножать на 10.

Несмотря на свое высокое входное сопротивление пробника, наводки и шумы не оказывают заметного воздействия. Как и в случае коаксиального кабеля, центральный сигнальный проводник экранирован внешним проводником. Осциллографические пробники также весьма удобны с механической точки зрения. 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 максимальную частоту измеряемого сигнала. Если какой-либо из этих факторов неизвестен, используйте пробник с аттенюатором 10x.

### 2-2-2. Подготовка к работе

1. До включения прибора установите органы управления в исходные положения, указанные ниже:

#### Блок источника питания

выключатель питания POWER [1]	: выключен, OFF (не нажат)
регулятор INTEN (яркость) [3]	: в крайнем положении против часовой стрелки
регулятор FOCUS [4]	: в среднем положении

#### Блок усилителя по вертикали

переключатели AC-DC, GND [11, 12]	: в положении AC (закрытый вход)
переключатели VOLTS/DIV [13, 14]	: 10 mV
регуляторы VERTICAL POSITION [17, 18]	: в среднем положении, нажат
регуляторы VARIABLE [15, 16]	: в крайнем положении по часовой стрелке и нажаты
V. MODE [19]	: CH1

#### Блок развертки

переключатель TIME/DIV[22]	: 0.5ms
регулятор TIME VARIABLE [25]	: в крайнем положении по часовой стрелке и нажат
регулятор HORIZONTAL POSITION [26]	: в среднем положении
регулятор FINE POSITION [27]	: в среднем положении

#### Блок синхронизации

переключатель TRIGGER MODE [28]	: AUTO
переключатель TRIGGER SOURCE [29]	: INT
регулятор HOLD OFF [30]	: NORM (в крайнем положении против часовой стрелки)
регулятор TRIGGER LEVEL [31]	: в среднем положении
регулятор SLOPE [31]	: + (нажат)

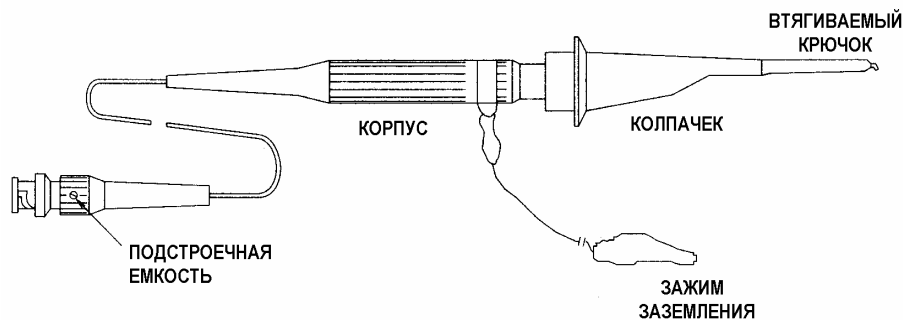
2. Вставьте шнур питания в разъем [8] осциллографа, затем подключите шнур к розетке сети питания.
3. Нажмите кнопку выключателя питания [1]. При этом должен загореться индикатор POWER [2]. Спустя 30 секунд поверните ручку регулятора INTEN [3] по часовой стрелке до появления луча на экране. Установите оптимальную яркость луча.

**Замечание** в ЭЛТ используется устойчивый к выгоранию люминофор. Однако, точка с большой яркостью в течение длительного времени может повредить экран. Поэтому, если измерение требует высокой яркости, убедитесь, что регулятор INTEN немедленно по окончании измерения возвращен в исходное положение. Также, выработайте привычку к снижению яркости, если прибор оставлен без присмотра в течение любого периода времени.

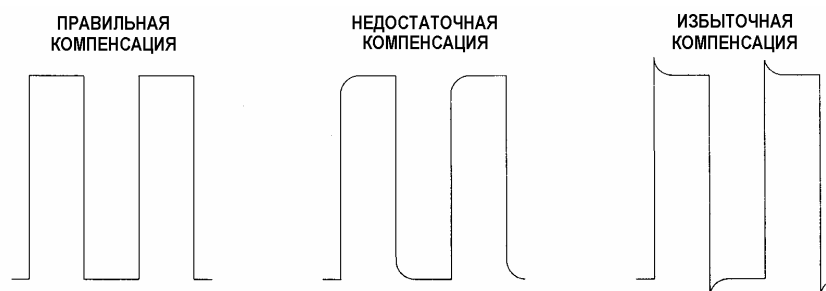
4. Ручкой регулятора FOCUS [4] добейтесь оптимальной фокусировки луча.
5. Вращением ручки регулятора VERTICAL POSITION канала CH1 [17], установите луч на центральную горизонтальную линию сетки.
6. Вращением ручки регулятора HORIZONTAL POSITION [26] совместите начало развертки луча с крайней левой линией сетки.

### 2-2-3. Компенсация пробника

При подключении источника сигнала к осциллографу часто используются пробники. Пробник имеет два положения: 1x (непосредственное подключение) и 10x (ослабление). В положении 10x, входной импеданс осциллографа увеличивается, при этом сигнал поступает на вход осциллографа уменьшенным в 10 раз. Следовательно, при измерении необходимо умножить установленный коэффициент вертикального отклонения на 10.



#### (a) ПРОБНИК



#### (b) ВЛИЯНИЕ КОМПЕНСАЦИИ ПРОБНИКА

Рисунок 2-2. ПРОБНИК И ЕГО КОМПЕНСАЦИЯ

Компенсированные пробники используются для высокочастотных измерений для уменьшения входной емкости, которая искажает сигнал и снижает нагрузку. Использование неправильно компенсированного пробника может привести к ошибке при измерении. Компенсация пробника производится следующим образом:



1. Подключите пробник к разъему CH1 X IN [9]. Установите переключатель пробника в положение 10x и подключите измерительный конец к выводу PROBE ADJUST [34]. Установите режим входа CH1 осциллографа – DC (открытый вход), а переключатель VOLT/DIV [13] в положение 10mV.
2. Получите на экране устойчивую картинку при помощи регулятора TRIGGER LEVEL. Если на фронтах прямоугольных импульсов наблюдаются выбросы или завалы, необходимо отрегулировать пробник. При помощи маленькой отвертки, вращая подстроечную емкость, добейтесь правильной компенсации (см. рис. 2-2(b)).

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

Работа с использованием одного канала является наиболее элементарным использованием осциллографа OS-5100. Используйте этот режим при необходимости наблюдения одного сигнала. Поскольку осциллограф двухканальный, в этом режиме можно использовать любой канал. Вход CH1 имеет выходной разъем [20]; используйте вход CH1, если необходимо наблюдать сигнал и одновременно измерять его частоту. Вход CH2 имеет возможность инверсии входного сигнала при помощи переключателя [18].

##### Наблюдение сигнала канала CH1

1. Установите органы управления осциллографа в положения, указанные в пункте 1, раздела 2-2-2.
2. Установите переключатель AC-DC, GND [11] канала CH1 в положение AC.
3. Подключите источник сигнала к входному разъему CH1 [9].

**Замечание:** не подавайте на вход напряжение свыше 250 В (постоянное + амплитуда переменного).

4. При помощи переключателя CH1 VOLTS/DIV [13] и регулятора VERTICAL POSITION [17] добейтесь, чтобы сигнал занимал практически всю высоту экрана.
5. Вращением ручки регулятора уровня синхронизации TRIGGER LEVEL [31] добейтесь стабильной картинки на экране.
6. Установите переключатель A TIME/DIV [22] и POSITION [26] так, чтобы на экране наблюдалось требуемое количество периодов исследуемого переменного сигнала. Если наблюдаемый сигнал имеет высокую частоту и количество отображаемых периодов на экране слишком велико даже при положении регулятора A TIME/DIV [22] - 10 нс/дел., потяните на себя ручку VARIABLE (PULL X 10 MAG) [25] в положение X10. Затем продолжите измерения.
7. Если исследуемый низкочастотный сигнал имеет искажение формы или ослабление, то при помощи переключателя AC-DC, GND [11] выберите режим DC (открытый вход).

##### Наблюдение сигнала канала CH2

Методика наблюдения сигнала канала CH2 отличается от описанной выше для канала CH1 следующим:

1. Установите переключатель V MODE [19] в положение CH2 и переключатель TRIGGER SOURCE [29] в положение INT.
2. Установите переключатель AC-DC, GND [12] канала CH2 в положение AC и подключите источник сигнала к входному разъему CH2 [10].
3. При помощи переключателя CH2 VOLTS/DIV [14] и регулятора VERTICAL POSITION [18] добейтесь, чтобы сигнал занимал практически всю высоту экрана.

##### Наблюдение сигнала синхронизации

Если сигнал применяется для запуска генератора развертки, то его можно наблюдать на экране ЭЛТ.

1. Установите органы управления осциллографа в положения, указанные в пункте 1, раздела 2-2-2.
2. Установите переключатели AC-DC, GND [11], [12] каналов CH1 и CH2 в положение AC.
3. Установите переключатель V MODE [19] в положение ALT или CHOP.
4. Если переключатель TRIGGER SOURCE [29] установлен в положение INT, то на экране ЭЛТ можно наблюдать сигналы CH1 или CH2.
5. Если переключатель TRIGGER SOURCE [29] установлен в положение EXT, то сигнал, используемый для запуска генератора развертки, можно наблюдать на экране ЭЛТ.

**2-2-5. Работа в двухканальном режиме**

В двухканальном режиме работы можно наблюдать форму двух сигналов каналов CH1 и CH2 при режиме развертки ALT или CHOP.

1. При выборе одного из каналов CH1 and CH2, он будет показан на экране ЭЛТ яркой линией.
2. Выберите режим ALT для относительно высокочастотных сигналов (TIME/DIV установлен на 50 мкс/дел. или быстрее).
3. Выберите режим CHOP для относительно низкочастотных сигналов (TIME/DIV установлен на 50 мкс/дел или медленнее).
4. Если частоты сигналов обоих каналов близки, установите переключатель TRIGGER SOURCE [29] в положение INT и выберите в качестве источника синхронизации сигнал канала с большей крутизной фронтов. Если частоты сигналов разные, но кратны друг другу, установите переключатель TRIGGER SOURCE [29] положение канала, где присутствует сигнал с меньшей частотой.

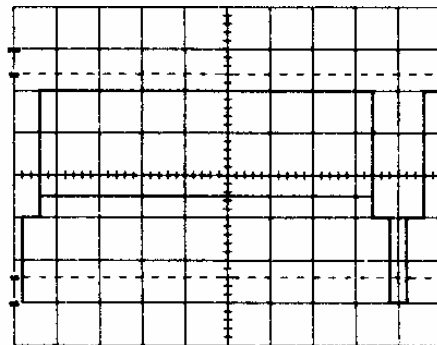
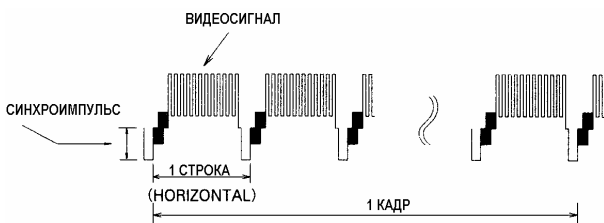
Помните также, что изображение на экране ЭЛТ будет отсутствовать, если синхронизация не будет настроена на используемый в настоящее время канал при помощи переключателя TRIGGER SOURCE [29].

5. Если синхронизировать сигнал не удастся из-за различной частоты, пожалуйста установите переключатель TRIGGER SOURCE [29] в положение INT и выберите режим VERT при помощи кнопок INT [36].

Помните что использование режима VERT возможно, только если переключатель V MODE [19] установлен в положение ALT.

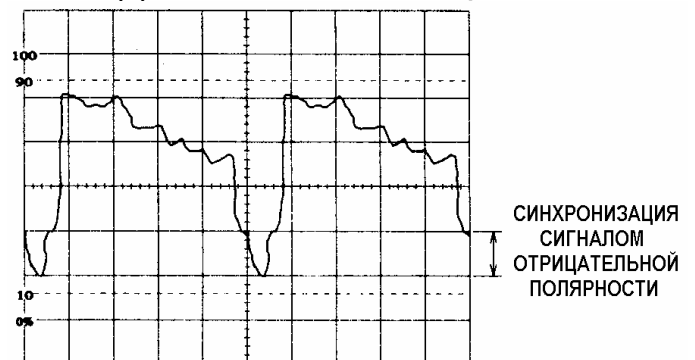
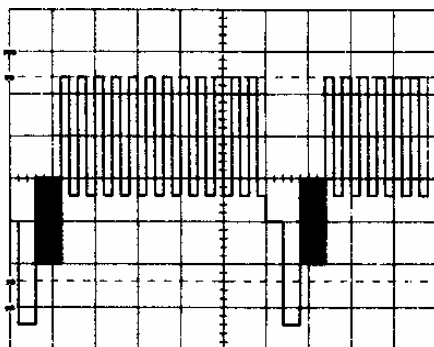
**2-2-6. Синхронизация**

Получение устойчивой синхронизации изображения является наиболее трудной операцией при работе с осциллографом, т.к. требует выбора правильной комбинации многих условий.



(a) КОМПЗИТНЫЙ ВИДЕОСИГНАЛ

(b) РЕЖИМ СИНХРОНИЗАЦИИ TV-N



(c) РЕЖИМ СИНХРОНИЗАЦИИ TV-V

(d) ПОЛЯРНОСТЬ СИНХРОИМПУЛЬСА

**Рисунок 2-3. ВЫБОР СИНХРОНИЗАЦИИ ОТ ТЕЛЕСИГНАЛА**

(1) Выбор режима синхронизации.

Режимы синхронизации AUTO, NORM

В режиме NORM, луч на экране появляется только при выполнении условий синхронизации. При неправильных установках синхронизации осциллограммы на экране не будет. Поскольку отсутствие луча может быть связано с неправильными установками регулятора вертикального положения или коэффициента вертикального отклонения VOLT/DIV, то на установление причины может быть затрачено

значительное время. При режиме AUTO эти проблемы отсутствуют, т.к. запуск развертки происходит и при отсутствии синхронизации. При этом на экране видна горизонтальная линия при отсутствии сигнала или несинхронизированное изображение сигнала при отсутствии синхронизации развертки. Это облегчает установление причины ошибок настройки синхронизации. Однако режим AUTO не может быть использован при частоте сигнала менее 25 Гц. Поэтому, начинать работу нужно при переключателе TRIGGER MODE [28] в положении AUTO и только в случае неустойчивого изображения (при частоте сигнала менее 25 Гц) использовать режим NORM.

#### Режимы синхронизации TV-V, TV-H

Положения TV-V и TV-H переключателя TRIGGER MODE служат для подключения селектирующих узлов в цепь синхронизации для выделения синхроимпульсов вертикальной (кадровой) и горизонтальной (строчной) развертки в телевизионном сигнале (рис. 2-3(a)). Чтобы наблюдать кадры изображения, установите переключатель в положение TV-V (рис. 2-3(b)), если хотите наблюдать строки, установите переключатель в положение TV-H (рис. 2-3(c)). Для достижения лучших результатов выделяются синхроимпульсы отрицательной полярности (рис. 2-3(d)).

#### (2) Выбор параметров запуска развертки

Переключатель SLOPE [31] определяет на фронте или на спаде импульса будет находиться точка запуска развертки. В нажатом состоянии ручки запуск развертки осуществляется по фронту, в вытянутом – по спаду. Для запуска развертки всегда выбирайте наиболее крутой и стабильный перепад. Например, на фронте (положительный перепад) пилообразного сигнала (рис. 2-4(a)) обычно присутствует дребезг, и выбор точки запуска на фронте приведет к неустойчивому изображению. При выборе точки запуска на спаде (отрицательный перепад) этот эффект будет отсутствовать из-за его большой крутизны.

В примере, показанном на рис. 2-4(b), и фронт и спад имеют большую крутизну (малое время нарастания и спада). Однако размытие изображения, вызванное дребезгом на спаде импульса, затрудняет наблюдение. При запуске по фронту (+ наклон) этот эффект будет отсутствовать и вы увидите истинное изображение сигнала. Если Вы сомневаетесь в выборе положения точки запуска, попробуйте оба варианта и выберите наилучший.

Регулятор LEVEL [31] определяет точку на выбранном фронте, при пересечении которой запускается основная развертка (A). Действие регулятора LEVEL показано на рисунке 2-5. Вращение ручки регулятора LEVEL в направлении "+" или в направлении "-" соответственно смещает порог срабатывания запуска развертки вверх или вниз (рис. 2-5).

Обозначения "+", "0" и "-" показывают положение по отношению к нулевому уровню, более положительный (+) и более отрицательный (-). В случае очень крутых фронтов (например, у прямоугольных импульсов или цифрового сигнала) вращение регулятора LEVEL не будет оказывать никакого видимого действия, пока уровень запуска не достигнет максимального положительного или максимального отрицательного значения уровня сигнала, в результате чего на экране может появиться горизонтальная линия (режим AUTO) или изображение может полностью исчезнуть (режим NORM). При исследовании сигналов с медленным изменением (типа синуса или треугольных импульсов) первоначально устанавливайте регулятор LEVEL в среднее положение, поскольку обычно это наиболее чистые участки для такого вида сигналов.

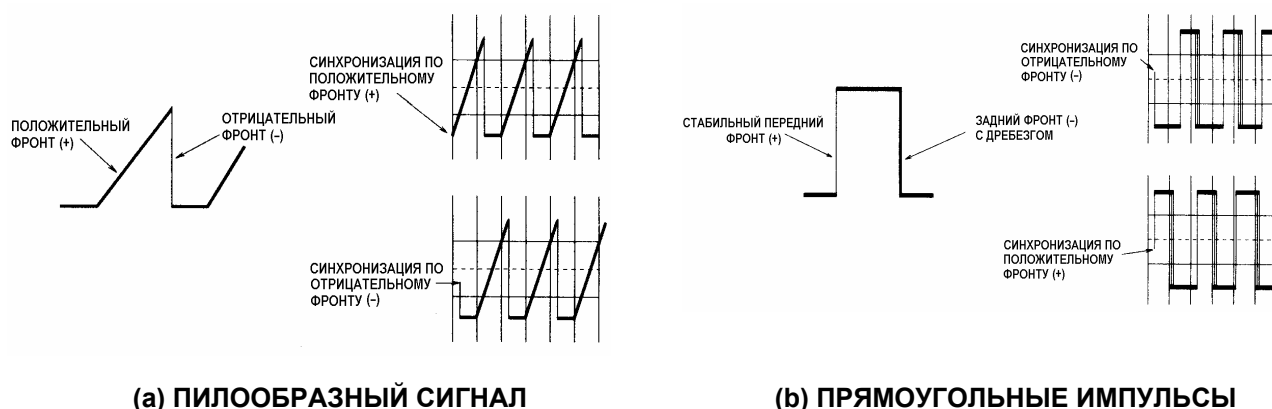


Рисунок 2-4. ВЫБОР ПОЛЯРНОСТИ СИНХРОНИЗАЦИИ

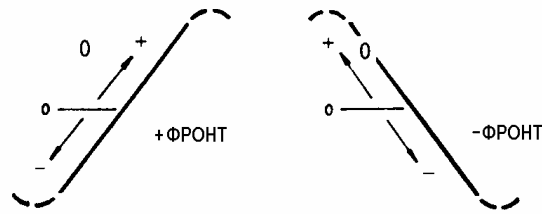


Рисунок 2-5. ВЫБОР УРОВНЯ СИНХРОНИЗАЦИИ

### 2-2-7. Режим 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 у OS-5100 режима сложения двух сигналов сделайте следующее:

1. Установите переключатель V MODE [19] в положение ALT или CHOP и получите изображение сигналов двух каналов.
2. Убедитесь, что оба переключателя VOLT/DIV [13] и [14] установлены в одинаковое положение, а регуляторы VARIABLE [15] и [16] повернуты по часовой стрелке до щелчка. Если сигналы сильно отличаются по амплитуде, установите оба переключателя VOLT/DIV так, чтобы наибольший сигнал помещался на экране.
3. В качестве источника синхронизации выберите сигнал с большей амплитудой.
4. Установите переключатель V MODE [19] в положение ADD. При этом на дисплее останется один сигнал, являющийся алгебраической суммой двух сигналов. Для изменения положения луча по вертикали можно пользоваться любой из регуляторов VERTICAL POSITION [17] или [18].

**Замечание:** Если входные сигналы имеют близкую фазу, амплитуда результирующего сигнала будет равняться алгебраической сумме (т.е. 4,2 деления + 1,2 деления = 5,4 деления). Если входные сигналы практически противофазные, то амплитуда результирующего сигнала будет равняться алгебраической разности (т.е. 4,2 деления – 1,2 деления = 3,0 деления).

5. Если размах результирующего сигнала слишком мал, поверните оба переключателя VOLT/DIV [13], [14] так, чтобы увеличить размер изображения. Убедитесь, что оба переключателя находятся в одинаковых положениях.

Для переключения осциллографа OS-5100 в режим вычитания двух сигналов сделайте ранее описанные действия, и вытяните ручку VERTICAL POSITION CH2 [18] в положение PULL CH2 INV для включения инверсии сигнала CH2. При этом на дисплее останется один сигнал, являющийся алгебраической разностью двух сигналов.

Если входные сигналы имеют близкую фазу, амплитуда результирующего сигнала будет равняться алгебраической разности сигналов (т.е. 4,2 деления - 1,2 деления = 3,0 деления). Если входные сигналы практически противофазные, то амплитуда результирующего сигнала будет равняться алгебраической сумме сигналов (т.е. 4,2 деления + 1,2 деления = 5,4 деления).

### 2-2-8. Режим X-Y

В режиме X-Y внутренний генератор развертки осциллографа OS-5100 не работает, горизонтальное и вертикальное отклонение луча управляется внешними входными сигналами. Усилитель вертикального отклонения луча канала CH1 в этом режиме управляет горизонтальным отклонением луча, таким образом, горизонтальное и вертикальное отклонение управляются идентично.

Все регуляторы, переключатели и разъемы блока синхронизации и блока усилителя по вертикали в режиме X-Y не действуют.

Для включения режима X-Y осциллографа OS-5100 сделайте следующее:

1. Нажмите кнопку X-Y переключателя [21].

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:** Необходимо уменьшить яркость луча, иначе неподвижное пятно может повредить люминофор экрана ЭЛТ.

2. Подайте вертикальный сигнал на вход CH2 (Y) [10], а горизонтальный сигнал на вход CH1 (X) [9]. Когда луч начнет перемещаться по экрану, установите нормальную яркость.
3. Отрегулируйте амплитуду по вертикали переключателем VOLT/DIV канала CH2 [14], а амплитуду луча по горизонтали переключателем VOLT/DIV канала CH1 [13]. При необходимости можно использовать регулятор VARIABLE, ручка TIME VARIABLE [25] в этом режиме должна оставаться нажатой.
4. Отрегулируйте положение луча по вертикали регулятором CH2 VERTICAL POSITION [18], а положение луча по горизонтали ручкой HORIZONTAL POSITION [26]. (Регулятор CH1 VERTICAL POSITION [17] в режиме X-Y не действует.)
5. Сигнал вертикального отклонения канала CH2 (Y) можно инвертировать, вытянув ручку CH2 VERTICAL POSITION [18] в положение PULL CH2 INV.

### 2-2-9. Использование задержанной развертки

Осциллограф OS-5100 имеет два генератора развертки с возможностью задержки запуска одного относительно другого. Это позволяет любую интересующую часть сигнала или отдельный импульс из последовательности импульсов развернуть на весь экран ЭЛТ. Задержанная развертка может использоваться как в одноканальном, так и в двухканальном режимах. При этом процедуры управления одинаковые, независимо от числа каналов.

Процедуры при использовании задержанной развертки:

1. Установите требуемый режим вертикального отклонения.
2. При помощи переключателя [21] установите режим A INT (для этого нажмите кнопки A и B одновременно). При этом часть отображаемого сигнала будет более яркой, чем остальная. Этот выделенный участок и есть сигнал, полученный при помощи задержанной развертки B. Положение начала запуска задержанной развертки B может меняться при помощи регулятора DLY'D POSITION [24]. Дрожание изображения развертки B устраните при помощи регулятора TRIGGER LEVEL [31], предварительно нажав кнопку B TRIG'D переключателя HORIZ DISPLAY [21] (если требуется устойчивое изображение сигнала). Затем установите требуемые параметры дополнительной развертки при помощи регулятора DLY'D POSITION [24] и переключателя A TIME/DIV [22].
3. Нажмите кнопку B переключателя HORIZ DISPLAY [21] (кнопка B TRIG'D отпущена) при этом на экране ЭЛТ останется только сигнал с разверткой B. Этот режим используется для измерений.

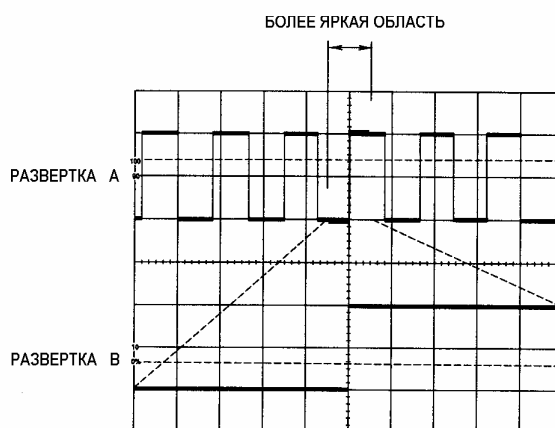


Рисунок 2-6. ПРИМЕНЕНИЕ ЗАДЕРЖАННОЙ РАЗВЕРТКИ В

### 2-3. ПРИМЕНЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФА ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ

Этот раздел содержит инструкции по использованию возможностей Вашего осциллографа OS-5100 для основных процедур измерений. Это - всего лишь малая часть возможных применений для данного осциллографа. Эти специфические применения были отобраны для демонстрации возможностей средств управления и особенностей, не полностью раскрытых в разделе РАБОТА С ПРИБОРОМ, пояснения некоторых действий примером, а также их важности и универсальности.

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

Современный осциллограф позволяет осуществлять два основных вида измерений. Первый - измерение амплитуды сигнала. Преимущество осциллографа перед другими измерительными приборами в том, что он дает полную информацию о форме сигнала (т.е. доступна информация о напряжении в любой точке).

Измерения напряжения с помощью осциллографа в свою очередь 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 находятся в крайнем положении по часовой стрелке (до щелчка).

#### (1) Измерение амплитудного размаха (peak-to-peak) сигнала

1. Установите предварительно органы управления режима вертикального отклонения, как показано в разделе 2-2 **РАБОТА С ПРИБОРОМ**.
2. Поворотом ручки TIME/DIV [22] установите длительность развертки так, чтобы на экране помещалось два-три периода сигнала, а переключателями VOLT/DIV [13] и [14] добейтесь размаха сигнала на весь экран.
3. Соответствующим регулятором VERTICAL POSITION [17] или [18] совместите отрицательный пик сигнала с ближайшей снизу горизонтальной линией сетки дисплея, как показано на рис. 2-7.
4. Ручкой POSITION [26] добейтесь совмещения положительного пика сигнала с центральной вертикальной линией сетки. Эта линия имеет дополнительную разметку с шагом в 0,2 клетки.
5. Подсчитайте количество клеток по вертикали между отрицательным пиком сигнала (линией сетки) и точкой пересечения положительного пика с центральной вертикальной линией сетки. Умножьте это число на коэффициент вертикального отклонения, установленный переключателем VOLT/DIV, для получения истинного значения амплитудного размаха сигнала. Например, если переключателем VOLT/DIV установлен коэффициент вертикального отклонения 2 В, то для осциллограммы рис. 2-7 размах будет равен 8,0 вольт ( $4,0 \text{ деления} \times 2 \text{ В} = 8,0 \text{ В}$ ).
6. При использовании аттенюатора пробника 10х, 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-DC, GND в положение DC.

**Замечание:** Если сигнал имеет большую постоянную составляющую по сравнению с амплитудой переменной составляющей, в этом случае измерение переменной составляющей производите отдельно при переключателе AC-DC, GND в положение AC.

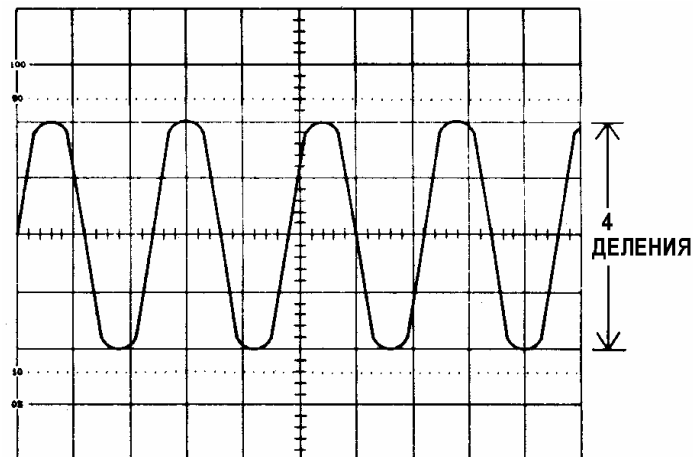


Рисунок 2-7. ИЗМЕРЕНИЕ АМПЛИТУДНОГО РАЗМАХА СИГНАЛА

#### (2) Измерение напряжения в точке осциллограммы

1. Установите предварительно органы управления режима вертикального отклонения, как показано в разделе 2-2 **РАБОТА С ПРИБОРОМ**.
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 4-6 клеток (рис. 2-8).
3. Установите переключатель AC-DC, GND [11] или [12] в положение GND.

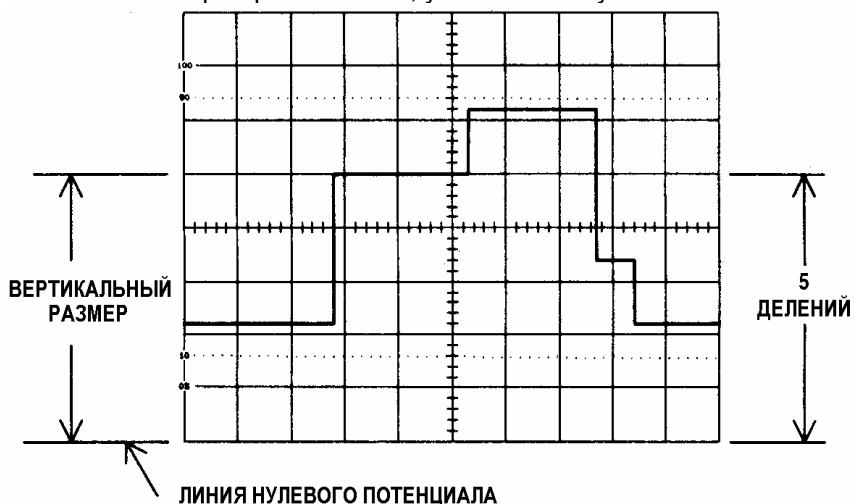
4. Вращением ручки VERTICAL POSITION [17] или [18] совместите линию развертки луча с центральной горизонтальной линией сетки. Однако, если заранее известно, что сигнал положительной полярности, совместите луч с нижней горизонтальной линией сетки. Если сигнал отрицательной полярности, совместите линию развертки луча с верхней горизонтальной линией сетки.

**Замечание:** до окончания измерений ручку VERTICAL POSITION больше трогать нельзя.

5. Установите переключатель AC-DC, GND в положение DC. Если полярность сигнала положительная, то осциллограмма будет находиться выше линии соответствующей нулевому потенциалу. При отрицательной полярности сигнала осциллограмма будет находиться ниже линии соответствующей нулевому потенциалу.

**Замечание:** Если сигнал имеет большую постоянную составляющую по сравнению с амплитудой переменной составляющей, в этом случае измерение переменной составляющей производите отдельно при переключателе AC-DC, GND в положение AC.

6. Используя ручку регулятора HORIZONTAL POSITION [26], совместите точку осциллограммы, в которой необходимо измерить напряжение с центральной вертикальной осью сетки, которая имеет дополнительную разметку с шагом в 0,2 клетки. Используя разметку, вычислите напряжение в точке. Например, если переключатель VOLT/DIV установлен на 0,5 В/дел., то для осциллограммы рис. 2-8 напряжение будет составлять 2,5 В ( $5,0 \text{ делений} \times 0,5 \text{ В} = 2,5 \text{ В}$ ).
7. При использовании аттенюатора пробника 10X, умножьте полученное значение на 10.



**Рисунок 2-8. ИЗМЕРЕНИЕ НАПЯЖЕНИЯ В ТОЧКЕ ОСЦИЛЛОГРАММЫ**

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

Другим основным видом измерений при помощи осциллографа является измерение временных интервалов. Это возможно, поскольку развертка калибрована и цена деления сетки известна.

#### (1) Базовая методика

В этом параграфе описана базовая методика измерения временных интервалов. Основные действия данной методики могут использоваться и при проведении других измерений.

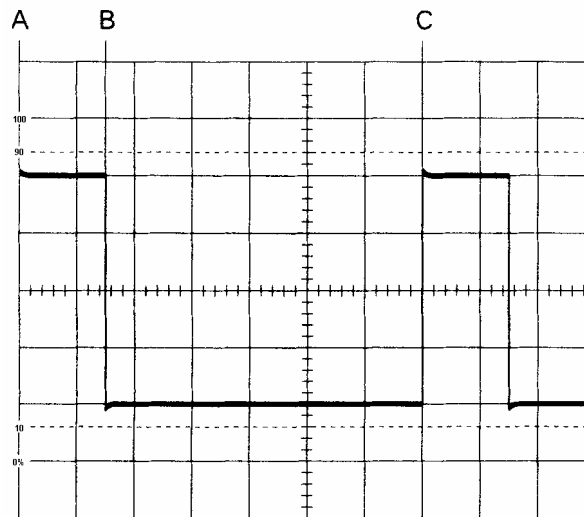
1. Установить переключатели, как описано в разделе 2-2-4 **Работа в одноканальном режиме**.
2. Установить переключатель A TIME/DIV [22] так, чтобы временной интервал, подлежащий измерению, занимал по возможности большую часть экрана и был целиком виден. Убедитесь, что регулятор A VARIABLE [25] находится в крайнем положении по часовой стрелке (до щелчка). В противном случае измерения будут неточными.
3. Вращением регулятора VERTICAL POSITION [17] или [18] расположите луч так, чтобы центральная горизонтальная линия сетки проходила через точки осциллограммы, между которыми предполагается производить измерение.
4. Регулятором POSITION [26] совместите левую из точек осциллограммы, между которыми предполагается производить измерение, с ближайшей вертикальной линией сетки.
5. Подсчитайте число клеток по горизонтали между точками. Учтите, что дополнительная разметка выполнена с шагом в 0,2 клетки.

6. Для определения временного интервала между точками умножьте полученное в п. 5 число клеток, на значение коэффициента развертки, установленного при помощи переключателя TIME/DIV [22]. Если при измерениях переключателем TIME VARIABLE [25] был включен режим растяжки, то полученное значение необходимо разделить на 10.

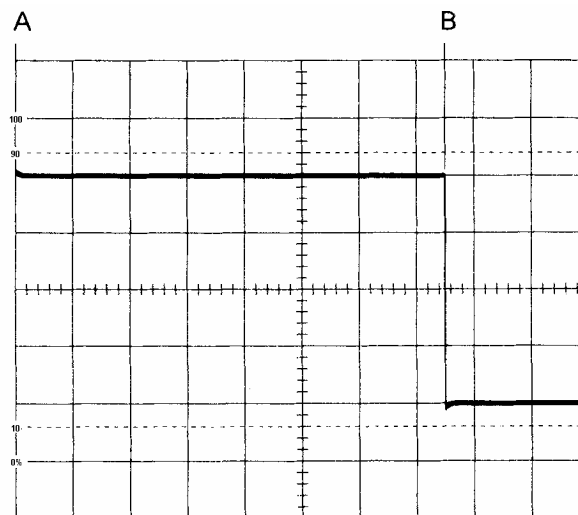
(2) Измерение периода колебаний, длительности импульса и относительной длительности импульса

Освоив базовую методику, описанную в предыдущем параграфе, вы можете измерить такие характеристики импульсных сигналов, как период повторения, длительность импульса, относительную длительность импульса и т.д.

Например, на рис. 2-9(а) временной интервал между точками (А) и (С) является периодом повторения. При коэффициенте развертки 10 мс/дел. период сигнала на рис. 2-9(а) равен  $10 \text{ мс/дел} \times 7,0 \text{ делений} = 70 \text{ мс}$ .



(а) РАЗВЕРТКА 10мс/дел.



(b) РАЗВЕРТКА 2мс/дел.

### Рисунок 2-9. ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ

Длительностью импульса в том же примере на рис. 2-9(а) является временной интервал между точками (А) и (В), что при длительности развертки 10 мс/дел. составляет  $10 \text{ мс/дел} \times 1,5 \text{ делений} = 15 \text{ мс}$ . Однако для точных измерений расстояние в 1,5 клетки слишком мало, поэтому в данном примере желательно использовать коэффициент развертки 2 мс/дел., как показано на рис. 2-9(б). Увеличение расстояния между точками на экране увеличивает точность проводимых измерений. Если при помощи переключателя TIME/DIV не удастся получить желаемый результат, используйте дополнительно растяжку изображения в 10 раз, вытянув на себя переключатель A VARIABLE [25]. Длительность импульса в некоторых применениях называют временем включенного состояния. Соответственно время



между точками (B) и (C) называют временем выключенного состояния. Оно может быть измерено также как длительность импульса.

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

Относительная длительность импульса (%) = (длительность импульса) / (период) x 100%.

В нашем примере (рис. 2-9(a)):

относительная длительность импульса = 15 мс/70 мс x 100% = 21,4%.

### 2-3-3. Измерение частоты

Если требуются точное измерение частоты, наилучшим решением является использование частотомера. Частотомер можно подключить к выходному разъему канала CH1 OUTPUT [20] расположенному на задней панели, что удобно при одновременном наблюдении сигнала и измерении его частоты. Однако осциллограф также может быть использован для измерения частоты при отсутствии частотомера или когда измерение частоты при помощи частотомера невозможно: высокий уровень шума, модулированный сигнал или сигнал сложной формы.

Частота является величиной, обратной периоду. Для измерения частоты необходимо измерить период сигнала T, как было описано ранее в п. 2-3-2. **Измерение временных интервалов**, а затем вычислить частоту f по формуле  $f = 1/T$ . Если период измерен в секундах (с), то полученное значение частоты будет в герцах (Гц); период в миллисекундах (мс) - частота в килогерцах (кГц); период в микросекундах (мкс) - частота в мегагерцах (МГц). Точность этих измерений ограничена точностью калибровки генератора развертки (см. ХАРАКТЕРИСТИКИ).

### 2-3-4. Измерение разности фаз

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

(1) Метод с использованием двух каналов

Этот метод применим для любых форм сигналов. Метод эффективен: при измерении больших разностей фаз, при двух сигналах разной формы, при любых частотах вплоть до 50 кГц.

Для проведения измерения разности фаз двухканальным методом сделайте следующее:

1. Установите органы управления осциллографа, как описано в разделе 2-2-5 **Работа в двухканальном режиме**. Подайте один сигнал на вход CH1 IN [9], а другой сигнал на вход CH2 IN [10].

**Замечание:** На высоких частотах используйте правильно компенсированные пробники или коаксиальные кабели одинаковой длины и одного типа для обеспечения одинакового времени задержки.

2. При помощи переключателя TRIGGER SOURCE [29] выберите в качестве источника синхронизации канал с наиболее чистым и стабильным сигналом. Временно удалите луч другого канала с экрана при помощи соответствующей ручки VERTICAL POSITION.
3. Поместите луч оставшегося сигнала (источник синхронизации) в центр экрана по вертикали и установите его размах равным точно 6 клеткам, используя переключатель VOLT/DIV и регулятор VARIABLE.
4. Ручкой TRIGGER LEVEL [31] отрегулируйте уровень запуска осциллографа и установите луч так, чтобы начало развертки совпадало с началом горизонтальной линии сетки (рис. 2-10).
5. При помощи переключателя A TIME/DIV [22], регуляторов VARIABLE [25] и HORIZONTAL POSITION [26] установите длительность одного периода сигнала равной 7,2 деления сетки. В результате чего каждое большое деление сетки будет соответствовать 50°, а каждое маленькое деление будет соответствовать 10°.
6. Ручкой VARIABLE POSITION верните выведенный с экрана луч второго канала и повторите для него процедуру, описанную ранее в п.3.
7. Найдите точки пересечения осциллограммами горизонтальной оси, имеющие одинаковую фазу. Расстояние по горизонтали между точками и будет разностью фаз. Например, на рисунке 2-10 разность фаз равна 6 малым делениям, что составляет 60°.
8. Если разность фаз меньше 50° (одно большое деление), включите режим растяжки изображения 10x. В этом случае каждое большое деление будет равно 5°, а каждое маленькое деление 1°.

## (2) Метод фигур Лиссажу

Этот метод используется только для синусоидальных сигналов. Измерение этим методом возможно при частотах сигналов до 100 кГц. Это ограничение определяется полосой пропускания усилителя горизонтальной развертки. Однако, для точных измерений, верхняя граничная частота должна быть снижена до 50 кГц.

Для измерения разности фаз методом фигур Лиссажу выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку X-Y переключателя HORIZ DISPLAY [21].

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:** Необходимо уменьшить яркость луча, иначе при неподвижной развертке луч может повредить люминофор экрана.

2. Убедитесь, что регуляторы CH2 POSITION [18] и PULL X10 MAG [25] находятся в нажатом состоянии.
3. Подайте один сигнал на вход CH1 [9] или X IN, а другой на вход CH2 [10] или Y IN.
4. Ручкой VERTICAL POSITION [18] установите изображение в центр экрана по вертикали, и регуляторами CH2 VOLT/DIV [14] и VARIABLE [16] установите высоту изображения равной 6 клеток сетки (луч должен касаться линий 0% и 100% сетки).
5. При помощи переключателя CH1 VOLT/DIV [13] и регулятора VARIABLE [16] установите размер изображения 6 клеток сетки, аналогично п.4.
6. Установите изображение в центр экрана по горизонтали как можно точнее ручкой HORIZONTAL POSITION [26].
7. Определите вертикальный размер изображения, используя центральную вертикальную линию сетки. Для точного измерения можно перемещать изображение по вертикали ручкой CH2 POSITION [26].
8. Разность фаз между двумя сигналами будет равна арксинусу отношения A/B (результат, полученный в п.7, делится на 6). Например, разность фаз на рисунке 2-11(a) будет равна:  $2/6 = 0,3334$ , арксинус равен  $19,5^\circ$ .

$$\text{Разность фаз (угол)} = \sin^{-1}(A/B)$$

9. Простая формула (рис. 2-11(a)) справедлива при разности фаз до  $90^\circ$ . Для углов свыше  $90^\circ$  (левосторонний наклон) прибавьте к результату вычисления по этой формуле  $-90^\circ$ . На рисунке 2-11(b) приведены примеры фигур Лиссажу для различных разностей фаз сигналов.

**Замечание:** величину угла соответствующую значению синуса можно определить при помощи тригонометрических таблиц или расчетным путем.

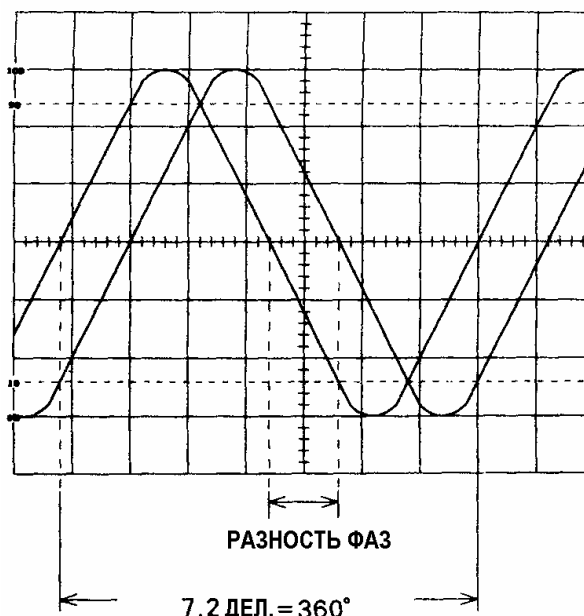
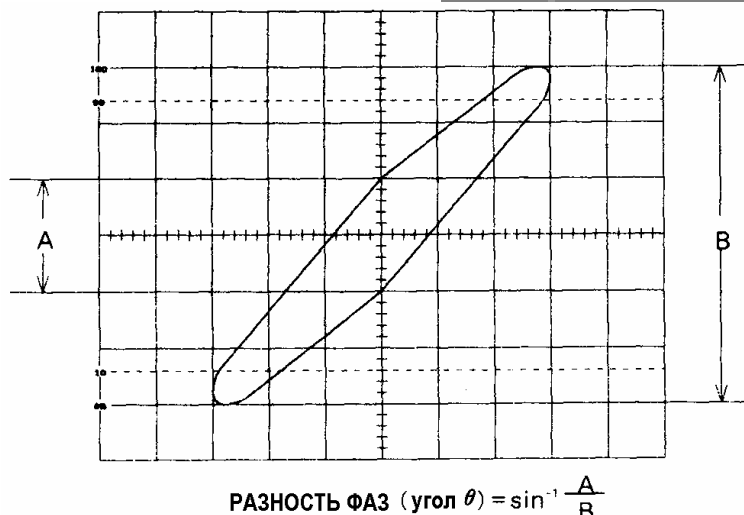
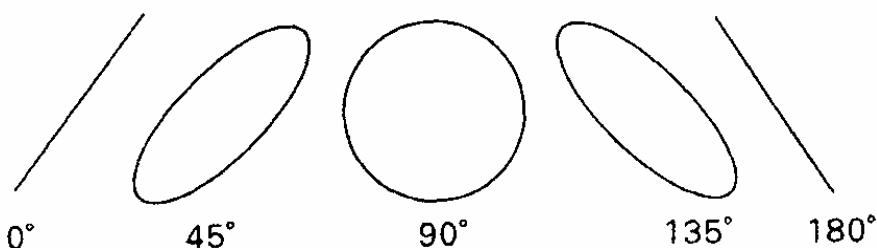


Рисунок 2-10. ИЗМЕРЕНИЕ РАЗНОСТИ ФАЗ В ДВУХКАНАЛЬНОМ РЕЖИМЕ



**(a) ВЫЧИСЛЕНИЕ РАЗНОСТИ ФАЗ ПО ФИГУРЕ ЛИССАЖУ**



**(b) ФИГУРЫ ЛИССАЖУ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ ФАЗЫ**  
**Рисунок 2-11. ИЗМЕРЕНИЕ РАЗНОСТИ ФАЗ МЕТОДОМ ЛИССАЖУ**

**2-3-5. Измерение длительностей фронта и спада импульса**

Длительность фронта импульса - это время нарастания сигнала от уровня 10% до уровня 90% его амплитуды.

Длительность спада импульса - время спада сигнала от уровня 90% до уровня 10% амплитуды. Длительность фронта и длительность спада иначе называют временем переходного процесса и измеряют одинаково.

Для измерения длительности фронта и спада выполните следующие действия:

1. Подключите источник исследуемого импульсного сигнала к входу CH1 IN [9], и установите переключатель AC-DC,GND [11] в положение AC.
2. При помощи переключателя A TIME/DIV [22] добейтесь, чтобы на экране было отображено около двух периодов сигнала. Убедитесь, что ручка A VARIABLE [25] находится в крайнем положении по часовой стрелке и нажата.
3. Поместите осциллограмму в центр экрана по вертикали ручкой CH1 POSITION [17].
4. Установите переключатель VOLTS/DIV [13] в такое положение, чтобы основание и вершина импульса находились как можно ближе к линиям сетки 0% и 100%, затем ручкой VARIABLE [15] добейтесь, чтобы основание и вершина импульса совпали с линиями 0% и 100% (рис. 2-12(a)).
5. Вращением ручки HORIZONTAL POSITION [26] переместите изображение так, чтобы фронт импульса пересекал центральную вертикальную линию сетки на уровне 10% амплитуды импульса.
6. Если длительность фронта импульса сравнима с периодом повторения, никаких дополнительных регулировок не требуется. Если фронт практически совпадает с вертикальной линией сетки, вытяните на себя регулятор A VARIABLE/PULL x 10 MAG [25] и выполните регулировку положения луча согласно п.5 (рис. 2-12(b)).
7. Подсчитайте количество делений между центральной вертикальной линией сетки (уровень 10%) и точкой пересечения луча с линией сетки 90%.
8. Для определения длительности фронта импульса умножьте результат, полученный в п.7, на значение коэффициента развертки установленного переключателем TIME/DIV. При использовании десятикратной растяжки изображения разделите полученное значение на 10. Например, на рис. 2-12(a), если коэффициент развертки равен 1 мкс/дел., длительность фронта будет 360 нс (1000 нс/10 = 100 нс, т.к. использована растяжка изображения, 100 нс x 3,6 дел. = 360 нс).

9. Для измерения времени спада импульса просто сдвиньте изображение по горизонтали так, чтобы задний фронт импульса пересекал центральную вертикальную линию сетки на уровне 10% его амплитуды, и повторите процедуры п.7 и 8.
10. При измерении времени фронта и спада учтите, что сам осциллограф OS-5100 имеет собственное время нарастания переходной характеристики ( $t_r$ ), равное 3,5 нс, которое вносит искажение в отображаемый на экране сигнал.

$$t_r = 0,35/f_{-3дБ}$$

Поэтому для точных измерений воспользуйтесь формулой:

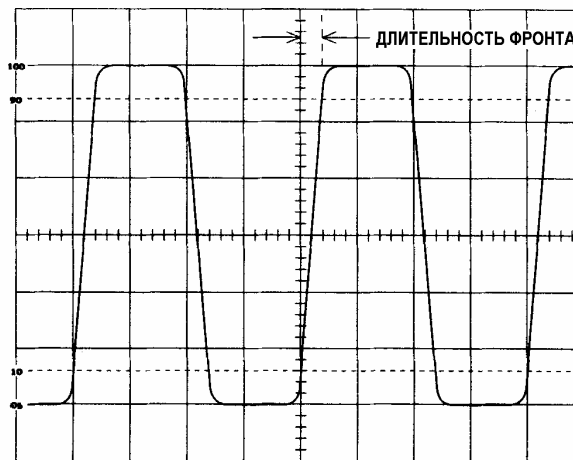
$$t_c = \sqrt{t_m^2 - t_r^2},$$

где

$t_c$  - реальная длительность фронта (спада)

$t_m$  - длительность фронта (спада), измеренная по экрану

$t_r$  - время нарастания переходной характеристики осциллографа



(a) ОСНОВНОЙ РЕЖИМ



(b) С РАСТЯЖКОЙ ПО ГОРИЗОНТАЛИ

Рисунок 2-12. ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ФРОНТА

### 3. ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРА

В этой главе описаны процедуры обслуживания OS-5100 выполняемые оператором.

Для выполнения более сложных процедур (то есть, процедуры предполагающие ремонт или наладку прибора) обратитесь в центр EZ Digital для квалифицированного обслуживания.

#### 3-1. ЧИСТКА

При загрязнении корпуса прибора, протрите место загрязнения тканью, увлажненной нейтральным моющим средством, а затем чистой сухой тканью. В случае стойких пятен попробуйте протереть их тканью, смоченной в спирте. Не используйте сильные органические растворители, такие как бензин или растворители для красок.

Загрязнения и пыль на фильтре или экране ЭЛТ устраняются следующим образом. Сначала снимите переднюю панель и фильтр (см. рис. 3-1), затем тщательно протрите поверхность фильтра и экран мягкой тканью, увлажненной мягким моющим средством. Ни в коем случае не используйте абразивы или сильные растворители. Тщательно просушите, и установите фильтр и переднюю панель на место. Оставшаяся влага может вызвать образование конденсата на поверхностях. Соблюдайте особую осторожность при обращении с фильтром и с экраном ЭЛТ, не оставляйте на их поверхностях следов рук и т.п.

#### 3-2. ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА

Для обеспечения точности прибора в соответствии с техническими характеристиками необходимо осуществлять периодическую поверку и калибровку OS-5100 через каждые 1000 часов наработки, если прибор эксплуатируется постоянно, или каждые 6 месяцев при периодической эксплуатации.

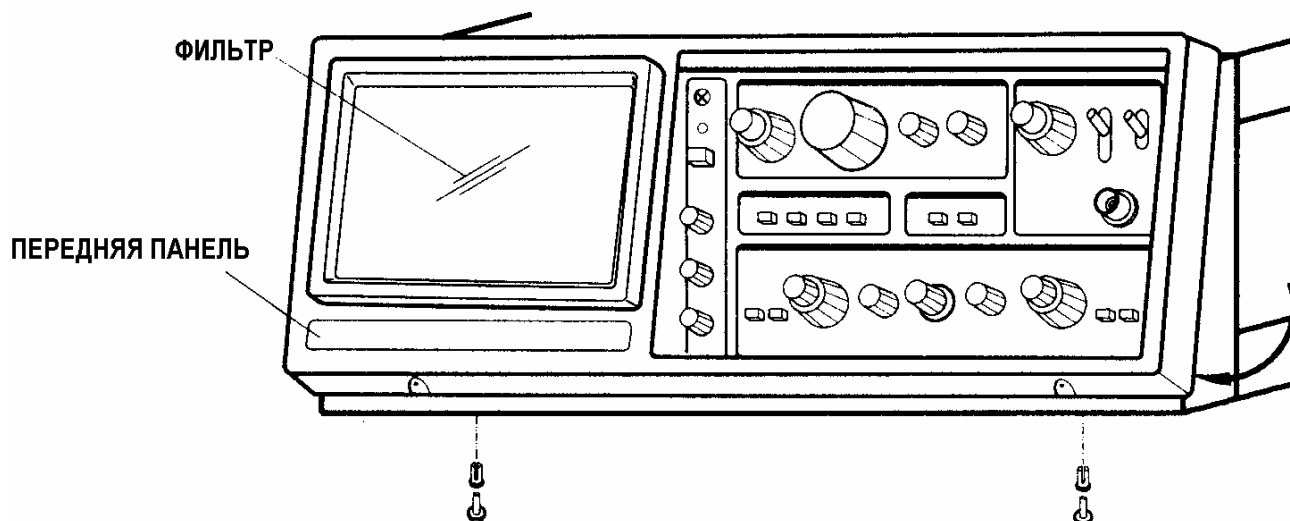
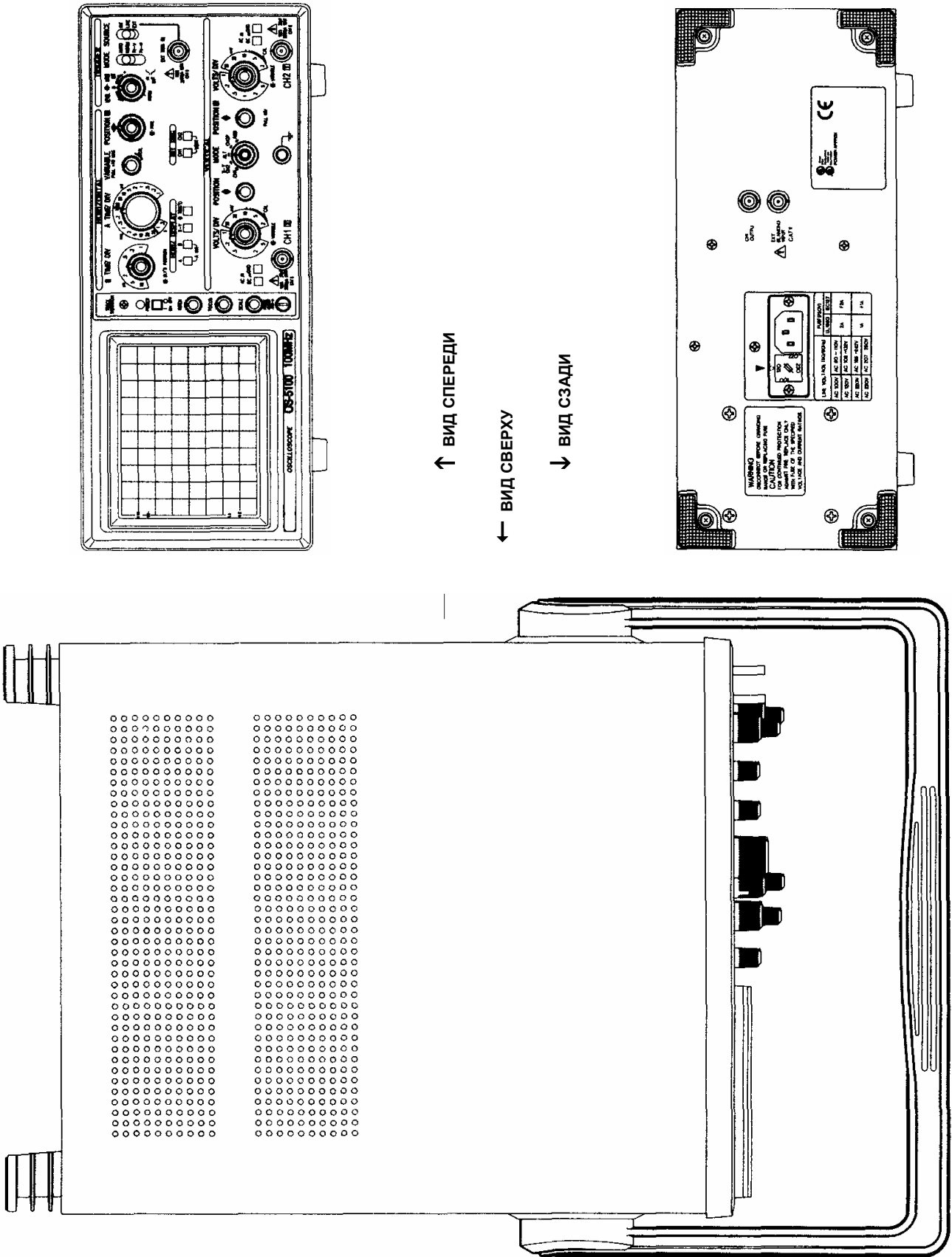


Рисунок 3-1. СНЯТИЕ ПЕРЕДНЕЙ ПАНЕЛИ И ФИЛЬТРА

## 4. ПРИЛОЖЕНИЯ

### 4-1. ВНЕШНИЙ ВИД



4-2. БЛОК СХЕМА

