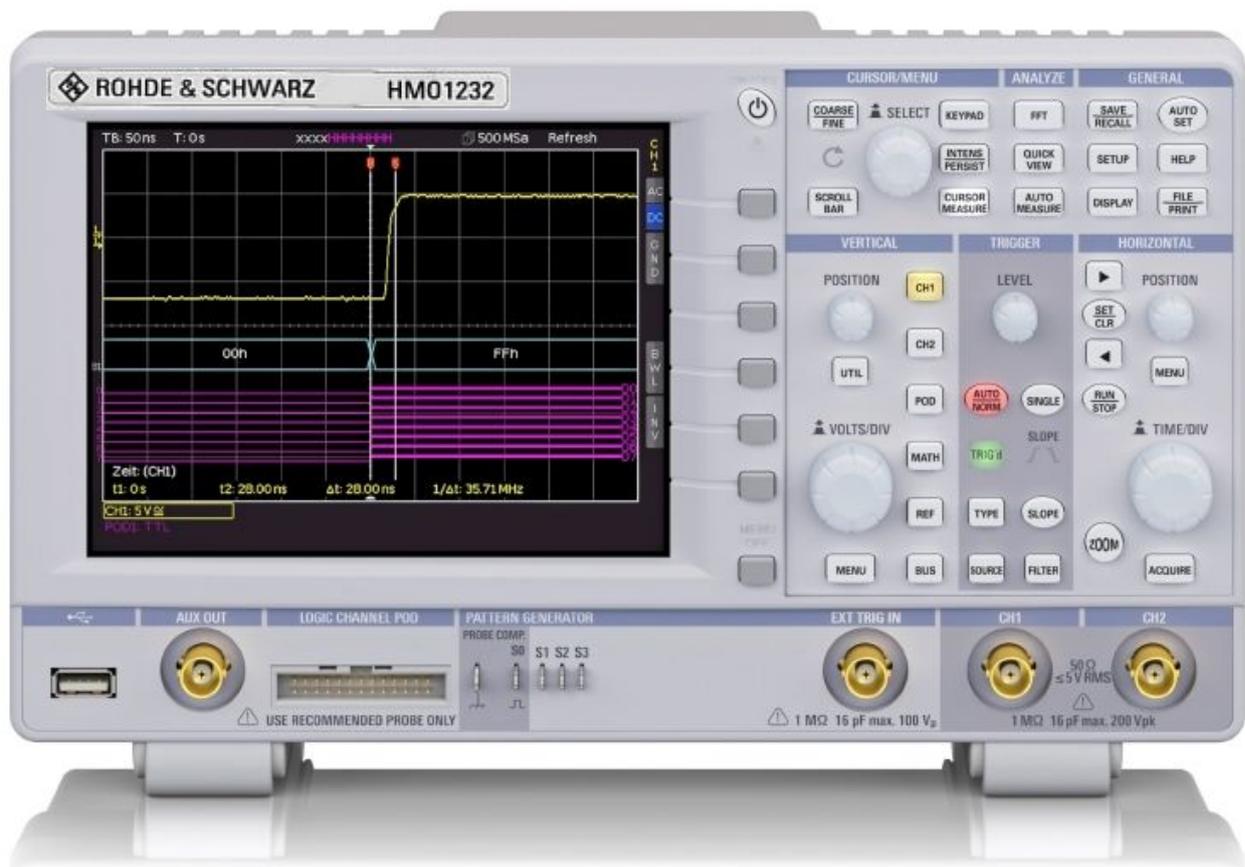


Осциллографы цифровые запоминающие НМО1052, НМО1072, НМО1102, НМО1212, НМО1222, НМО1232

Руководство по эксплуатации



Представительство фирмы "ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co.KG" в России:
115093, г. Москва, ул. Павловская, д. 7, стр. 1.
тел. (495) 981-35-60

Москва
2015 г.



DECLARATION OF CONFORMITY

Manufacturer:

ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG · Mühldorfstr. 15 · D-81671 Munich

The ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG herewith declares conformity of the product:

Product name: Digital Oscilloscope
Type: R&S®HMO1002 Series
 R&S®HMO1202 Series

with:

Options:

complies with the provisions of the Directive of the Council of the European Union on the approximation of the laws of the Member States

- relating to electrical equipment for use within defined voltage limits (2006/95/EC) [LVD]
- relating to electromagnetic compatibility (2004/108/EC) [EMCD]
- relating to restriction of the use of hazardous substances in electrical and electronic equipment (2011/65/EC) [RoHS].

Conformity with LVD and EMCD is proven by compliance with the following standards:

EN 61010-1: 2011
 EN 61326-1: 2013
 EN 61326-2-1: 2013
 EN 55011: 2009 + A1:2010
 EN 61000-3-2:2014
 EN 61000-3-3:2013

For the assessment of electromagnetic compatibility, the limits of radio interference for Class B equipment as well as the immunity to interference for operation in industry have been used as a basis.

Date: 07.05.2015

Signature:



Общая информация о маркировке CE

Измерительные приборы компании ROHDE & SCHWARZ удовлетворяют требованиям директив по ЭМС. Проведенная проверка на совместимость основана на текущих групповых и производственных стандартах. В случаях, когда накладываются различные ограничения, используются более строгие стандарты. На уровень излучений накладываются ограничения для жилых помещений, а также для торговой и легкой промышленности. Для контроля помехоустойчивости (магнитной восприимчивости) используются ограничения, относящиеся к промышленной среде.

Измерительные линии и шины данного прибора сильно влияют на излучение и помехоустойчивость и поэтому соответствуют допустимым пределам. В зависимости от прикладных задач используемые шины и/или кабели могут отличаться. Для проведения измерения должны соблюдаться следующие указания и условия, касающиеся излучения и помехозащищенности:

1. Кабели для передачи данных

Для осуществления связи между приборами должны использоваться интерфейсы, соответствующие интерфейсам внешних устройств (компьютеров, принтеров и т.д.), а также хорошо экранированные кабели. При отсутствии особых указаний в руководстве по эксплуатации, касающихся уменьшения длины кабеля, длина шины данных не должна превышать 3 метров, и такие шины данных не должны использоваться вне помещений. Если интерфейс имеет несколько разъемов, то только один из них должен быть соединен с кабелем.

Как правило, соединительные линии должны иметь двойное экранирование. Для шины IEEE подходит кабель HZ72 с двойным экранированием.

2. Сигнальные кабели

В общем случае, измерительные концы для сигнальных линий связи между контрольной точкой и прибором должны быть максимально короткими. При отсутствии особых указаний в руководстве по эксплуатации, касающихся уменьшения длины, длина сигнальной шины не должна превышать 3 метров, и такие сигнальные шины не должны использоваться вне помещений.

Сигнальные линии должны быть экранированы (коаксиальный кабель RG58/U). Должно быть организовано правильное соединение с землей. При совместной работе с генераторами сигналов должны использоваться кабели с двойным экранированием (RG223/U, RG214/U).

3. Влияние на измерительные приборы

В присутствии сильных высокочастотных электрических или магнитных полей предотвратить их влияние на измерительное оборудование невозможно, даже при его тщательной настройке. Это влияние не приводит к повреждениям или выводу прибора из строя. В отдельных случаях, результатом нахождения в таких условиях может стать возникновение небольших отклонений измерительных параметров (при снятии показаний) с превышением указанных в технических данных значений.

4. Помехозащищенность осциллографов

4.1 Электромагнитное поле

В условиях мощных электрических или магнитных полей их влияние может носить видимое проявление (наложение на полезный сигнал). В большинстве случаев их проникновение в осциллограф происходит через испытываемое устройство, сеть питания, измерительные выводы, управляющие кабели и/или излучение. Влиянию этих полей может подвергаться как испытываемое устройство, так и осциллограф. Несмотря на то, что внутренняя часть осциллографа экранируется металлическим корпусом, на передней панели имеется восприимчивая открытая область ЭЛТ. Так как полоса пропускания каждого усилительного каскада шире общей полосы пропускания осциллографа (по уровню -3 дБ), то может быть заметно влияние радиополей даже более высоких частот.

4.2 Скачки электрического напряжения / электростатический разряд

Скачки (импульсы) электрического напряжения могут проникать в осциллограф напрямую через сеть питания или косвенно через измерительные выводы и/или кабели управления. Из-за высокой чувствительности осциллографов к сигналам запуска и входным сигналам, эти импульсы (как правило, высокого уровня) могут влиять на блок запуска и/или неизбежно отображаться на экране. Те же эффекты могут быть вызваны прямыми или непрямыми электростатическими разрядами.

Содержание				
Общая информация о маркировке CE	2	6	Система запуска (синхронизации)	25
Содержание	3	6.1	Режимы запуска Auto, Normal, Single	25
Технические данные	5	6.2	Источники запуска	25
1 Инструкции по установке и технике безопасности	8	6.3	Виды синхронизации	25
1.1 Распаковка прибора	8	6.4	События запуска	28
1.2 Установка прибора	8	6.5	Внешний запуск	28
1.3 Безопасность	8	7	Отображение сигналов	29
1.4 Правильные условия эксплуатации	8	7.1	Настройки отображения	29
1.5 Условия окружающей среды	8	7.2	Использование виртуального экрана	29
1.6 Гарантийные обязательства и ремонт	8	7.3	Яркость сигнала и функция послесвечения	29
1.7 Обслуживание	9	7.4	XY-представление	30
1.8 Категория измерений	9	8	Измерения	31
1.9 Сетевое напряжение	9	8.1	Курсорные измерения	31
1.10 Утилизация	9	8.2	Автоматические измерения	32
2 Подготовка к работе	10	9	Анализ данных	35
2.1 Вид спереди	10	9.1	Быстрые математические операции	35
2.2 Панель управления	10	9.2	Частотный анализ (БПФ)	37
2.3 Экран	11	9.3	Измерения с быстрым просмотром	38
2.4 Общая концепция работы с прибором	11	9.4	Тест ГОДЕН/НЕ ГОДЕН на основе масок	39
2.5 Основные настройки и встроенная функция справки	12	9.5	Тестирование компонентов	39
2.6 Обновления встроенного ПО	12	9.6	Цифровой вольтметр	40
2.7 Опции и программные ключи	13	10	Генерация сигналов	42
2.8 Автокалибровка	13	10.1	Функциональный генератор	42
2.9 Режим обучения	14	10.2	Генератор тестовых последовательностей (Pattern)	42
2.10 Вид сзади	14	11	Документирование, сохранение и вызов	45
3 Краткое введение	15	11.1	Настройки прибора	45
3.1 Настройка и включение прибора	15	11.2	Опорные сигналы	45
3.2 Подсоединение пробника и захват сигнала	15	11.3	Осциллограммы	46
3.3 Детальное отображение сигнала	15	11.4	Снимки экрана (скриншоты)	47
3.4 Курсорные измерения	16	11.5	Определение функции нажатия клавиши FILE/PRINT	48
3.5 Автоматические измерения	16	12	Работа в режиме смешанных сигналов (опционально)	49
3.6 Математические функции	17	12.1	Логический запуск для цифровых входов	49
3.7 Сохранение данных	17	12.2	Функции отображения для логических каналов	49
4 Система вертикального отклонения	18	12.3	Отображение логических каналов в виде шины	49
4.1 Связь по току	18	12.4	Курсорные измерения в логических каналах	50
4.2 Чувствительность, положение по Y и смещение	18	12.5	Автоматические измерения в логических каналах	50
4.3 Ограничение ширины полосы и инверсия сигнала	18	13	Анализ последовательных шин (опционально)	51
4.4 Выбор ослабления пробника	19	13.1	Программные опции (лицензионные ключи)	51
4.5 Установка порогового значения	19	13.2	Настройка последовательной шины	51
4.6 Назначение названия канала	19	13.3	Шина Parallel/Parallel Clocked (параллельная/параллельная с тактированием)	52
5 Система горизонтального отклонения (развертка)	20	13.4	Шина I ² C	53
5.1 Режимы захвата RUN и STOP	20			
5.2 Регулировка развертки	20			
5.3 Режимы сбора данных	20			
5.4 Режим чередования INTERLACE	23			
5.5 Функция масштабирования ZOOM	23			
5.6 Функция навигации	24			
5.5 Функция маркера	24			

13.5	Шина SPI/SSPI	55
13.6	Шина UART/RS-232	56
13.7	Шина CAN	58
13.8	Шина LIN	60
14	Дистанционное управление	63
14.1	USB VCB	63
14.2	USB TMC	63
14.3	Интерфейс Ethernet	65

Технические данные

Метрологические и технические характеристики

Число каналов		2
Разрядность АЦП, бит		8
Максимальная частота дискретизации на канал, ГГц	НМО1052, НМО1072, НМО1102	0,5 на каждый канал 1 при объединении каналов
	НМО1212, НМО1222, НМО1232	1 на каждый канал 2 при объединении каналов
Объем памяти на канал, Мбайт	НМО1052, НМО1072, НМО1102	0,5 на каждый канал 1 при объединении каналов
	НМО1212, НМО1222, НМО1232	1 на каждый канал 2 при объединении каналов
Полоса пропускания, МГц	НМО1052	от 0 до 50
	НМО1072	от 0 до 70 при КО ¹ ≥ 5 мВ/дел
	НМО1102, НМО1212	от 0 до 100 при КО ≥ 5 мВ/дел
	НМО1222	от 0 до 200 при КО ≥ 5 мВ/дел
	НМО1232	от 0 до 300 при КО ≥ 5 мВ/дел
Время нарастания переходной характеристики, нс, не более	НМО1052	7
	НМО1072	5
	НМО1102, НМО1212	3,5
	НМО1222	1,75
	НМО1232	1,15
Диапазон значений коэффициента развертки	НМО1052, НМО1072, НМО1102	от 2 нс/дел до 50 с/дел
	НМО1212, НМО1222, НМО1232	от 1 нс/дел до 50 с/дел
Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора		± 50×10 ⁻⁶
Диапазон значений коэффициента отклонения		от 1 мВ/дел до 10 В/дел (шаг 1-2-5)
Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициента отклонения, %		± 3,0
Минимальный уровень синхронизации от входов каналов осциллографа, дел, не более		0,8 при КО ≥ 5 мВ/дел
		1,5 при КО < 5 мВ/дел
Минимальный уровень синхронизации от входа внешнего запуска, В, не более		0,5
Источники синхронизации		входы каналов, вход внешнего запуска
Режимы запуска		автоматический, ждущий, однократный
Виды запуска		по фронту, по спаду, по фронту и спаду, длительности импульса
Входное сопротивление (R)	НМО1052, НМО1072, НМО1102	1 МОм
	НМО1212, НМО1222, НМО1232	1 МОм или 50 Ом
Входная емкость	НМО1052, НМО1072, НМО1102	(16±4) пФ
	НМО1212, НМО1222, НМО1232	(16±4) пФ для R = 1 МОм
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 или 60 Гц, В		от 100 до 240
Потребляемая мощность		не более 30 Вт
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм, не более		140 x 285 x 175
Масса (без опций и аксессуаров), кг, не более		2,5
Рабочие условия эксплуатации:		
- температура окружающего воздуха, °С		от 5 до 40
- относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %		до 80
Хранение/транспортирование:		

¹ КО – коэффициент отклонения

- температура окружающего воздуха, °С	от минус 20 до +70
- относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	до 70
Время прогрева	30 мин

Программное обеспечение

Программное обеспечение реализовано без выделения метрологически значимой части. Влияние программного обеспечения не приводит к выходу метрологических характеристик осциллографов цифровых запоминающих НМО1052, НМО1072, НМО1102, НМО1212, НМО1222, НМО1232 за пределы допускаемых значений.

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «низкий» по Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице.

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	НМО1052, НМО1072, НМО1102	НМО1212, НМО1222, НМО1232
Идентификационное наименование ПО	FW НМО1002	FW НМО1202
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 05.457	не ниже 05.870
Цифровой идентификатор ПО	нет данных	нет данных
Другие идентификационные данные, если имеются	нет данных	нет данных

Комплектность

В комплект поставки входят:

- осциллограф цифровой запоминающий (НМО1052, НМО1072, НМО1102, НМО1212, НМО1222, НМО1232);
- пассивные пробники (2 шт.):
 - HZ154 для осциллографов НМО1052, НМО1072, НМО1102;
 - RT-ZP03 для осциллографов НМО1212, НМО1222, НМО1232;
- адаптер HZ020;
- опции к осциллографу (по отдельному заказу):
 - HO3508 – 8-канальный логический анализатор;
 - HOO10/HOO11/HOO12 – функции запуска и декодирования сигналов в соответствии с протоколами I²C, SPI, UART/RS-232/CAN, LIN;
- кабель питания;
- диск с ПО;
- техническая документация фирмы-изготовителя;
- методика поверки.

1 Инструкции по установке и технике безопасности

1.1 Распаковка прибора

При распаковке, проверьте содержимое упаковки на полноту (осциллограф, набор наклеек с указанием типа осциллографа, кабель питания, компакт-диск, возможно, дополнительные аксессуары). После распаковки, проверьте прибор на наличие механических повреждений в ходе транспортировки и отсутствия съемных частей внутри. В случае повреждения при транспортировке, пожалуйста, сообщите об этом поставщику немедленно. В этом случае прибор не должен эксплуатироваться.

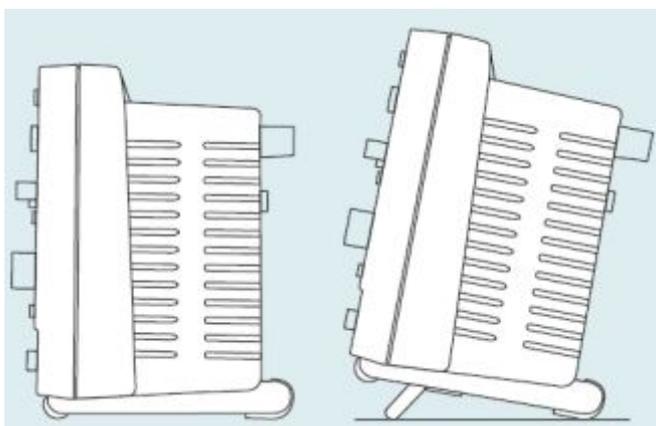
После распаковки, нанесите наклейку с указанием типа прибора на место указания серии осциллографов (HMO1002 Series или HMO1202 Series). Тип прибора в серии зависит от полосы пропускания осциллографа и указан на упаковочной таре прибора.



Набор наклеек с указанием типа осциллографов

1.2 Установка прибора

Как показано на рисунке, на нижнем основании осциллографа имеются складные ножки, которые можно зафиксировать в двух возможных положениях:



Рабочие положения

Внимание!

Пожалуйста, убедитесь, что складные ножки полностью сложены или выдвинуты так, чтобы исключить возможность его падения.

1.3 Безопасность

Прибор удовлетворяет части 1 норм VDE 0411 об электрических измерениях, управлении и лабораторных приборах, и был соответствующим образом изготовлен и испытан. С завода прибор выходит в абсолютно безопасном состоянии. Прибор также соответствует Европейскому стандарту EN 61010-1 и Международному стандарту IEC 61010-1. Для того чтобы сохранить данное состояние и обеспечить безопасную работу, пользователь обязан руководствоваться предупреждениями и другими указаниями

по использованию прибора в данном руководстве. Корпус, шасси и все измерительные выводы подсоединены к защитному заземлению сети питания. Прибор соответствует классу безопасности I. Осциллограф должен подключаться к розеткам сети питания, оснащенным соединителем защитного заземления. До подведения какого-либо сигнала следует подключить кабель питания прибора к сети питания. Запрещено отсоединять защитное заземление. Если существуют опасения, что безопасность работы с прибором не может быть гарантирована, следует прекратить его использование и закрыть в надежном месте.

Безопасность работы может быть нарушена при наличии одного из условий:

- в случае внешних повреждений
- в случае обнаружения недостающих деталей
- если прибор прекратил функционирование
- после продолжительного хранения в неподходящих условиях (на открытом воздухе или во влажной среде)
- после любой неправильной транспортировки (например, в случае неподходящей упаковки, не соответствующей минимальным стандартам почтовой, железнодорожной или транспортной фирмы)

1.4 Правильные условия эксплуатации

Обратите внимание: эксплуатировать прибор может только хорошо проинструктированный и ознакомленный с опасностями при электрических измерениях персонал. По соображениям безопасности осциллограф может быть подключен только к сети питания с защитным заземлением. Запрещено отсоединять защитное заземление. Кабель питания следует подсоединить к сети до подачи сигнала на входы осциллографа. Осциллограф предназначен для работы в промышленной, деловой, производственной и бытовой сферах внутри помещений.

Используйте прибор для измерения только с оригинальными измерительными аксессуарами, измерительными кабелями и шнуром питания ROHDE & SCHWARZ. Никогда не используйте ненадежно изготовленные шнуры питания. Перед каждым измерением, измерительные кабели должны быть проверены на наличие повреждений и заменены в случае необходимости. Поврежденные или изношенные детали могут привести к повреждению прибора или к травме.

1.5 Условия окружающей среды

Рабочая температура окружающей среды: от +5 до +40°C. При транспортировке или хранении температура может лежать в диапазоне от -20 до +70°C. Обратите внимание, что после воздействия таких температур или в случае конденсации, перед включением прибора необходимо выждать соответствующий период времени до тех пор, пока прибор не достигнет приемлемой температуры, и пока не испарится конденсат! Обычно он составляет не менее 2 часов. Осциллограф предназначен для использования в чистых и сухих средах. Не следует работать в пыльных или химически агрессивных средах или при существующей угрозе взрыва. Для работы может быть использовано любое положение осциллографа, но при этом должна быть обеспечена хорошая вентиляция. Для длительной работы рекомендуется горизонтальное или наклонное положение прибора.

Перекрывать вентиляционные отверстия запрещено!

Технические характеристики действительны после 30 минутного прогрева при температуре 23°C (допустимое отклонение $\pm 2^\circ\text{C}$). Технические характеристики, значения которых указаны без допустимых отклонений, являются усредненными значениями.

1.6 Гарантийные обязательства и ремонт

Приборы компании ROHDE & SCHWARZ проходят строгий контроль качества. Прежде чем покинуть производство, каждый прибор испытывается в течение 10 часов. За этим испытанием следует всесторонняя проверка функций и качества каждого устройства, во всех режимах работы проверяются технические характеристики; испытания проводятся на измерительном оборудовании, имеющем прослеживаемость к национальным эталонам.

К приборам применяются гарантийные нормы тех стран, в которых был продан прибор. Рекламации следует направлять дилеру.

Вскрытие корпуса осциллографа может быть произведено только авторизованным и квалифицированным персоналом. Перед началом выполнения ремонтных работ с осциллографом, он должен быть отключен от сети питания переменного тока. В противном случае, персонал будет подвергаться риску поражения электрическим током.

Любые работы по регулировке, замене частей, техническому обслуживанию или ремонту могут производиться только уполномоченным техническим персоналом ROHDE & SCHWARZ. Только оригинальные детали могут быть использованы для замены относящихся к безопасности частей (выключателей питания, силовых трансформаторов, предохранителей). После замены таких комплектующих должна быть проведена проверка безопасности (визуальный осмотр, испытания проводника, измерение сопротивления изоляции, измерение тока утечки, функциональный тест). Такая проверка обеспечит продолжительное безопасное использование осциллографа.

1.7 Обслуживание

Следует проводить регулярную очистку внешней поверхности прибора с помощью щетки для пыли. Грязь может быть удалена с корпуса, с ручки, со всех металлических и пластиковых частей с помощью смоченной водой тряпки и 1% моющего средства. Сальные загрязнения могут быть удалены с помощью бензина или спирта. После чего необходимо протереть поверхность сухой тряпкой. Пластиковые части требуют ухода при помощи соответствующих антистатических растворов. Попадание жидкости внутрь прибора не допускается. Не следует использовать другие чистящие средства, т.к. они могут негативно повлиять на пластиковые или лакированные поверхности.

Перед очисткой, пожалуйста, убедитесь, что осциллограф был выключен и отключен от всех источников питания.

1.8 Категория измерений

Данный осциллограф предназначен для измерений в цепях, не подсоединенных напрямую к сетям питания, или вовсе отсоединенных от них. Осциллограф не испытывался для измерений, подпадающих под категорию электробезопасности. Перед проведением измерений необходимо убедиться в том, что входное напряжение аналоговых входов не превышает 200 В_{пик} или 150 В_{скз} на нагрузке входа 1 МОм. Напряжение на входе внешнего запуска (TRIG. EXT.) не должно превышать 100 В_{пик}. Максимально допустимое значение

кратковременных перегрузок не должно превышать 200 В_{пик}. Для обеспечения такого соответствия, с осциллографом необходимо использовать только те пробники, которые были произведены и испытаны в соответствии со стандартом DIN EN 61010-031.

Дополнительный выход (AUX OUT) является многофункциональным, с возможностью его использования для тестирования компонентов, в качестве выхода сигнала запуска, сигнала годен/не годен или генератора сигналов произвольной формы.

При проведении измерений в цепях, соответствующих категориям II, III, или IV, необходимо использовать пробник, обеспечивающий осциллограф защитой от подачи кратковременных перегрузок. Измерительные схемы считаются не подсоединенными к сети питания, если используется подходящий развязывающий трансформатор, отвечающий классу безопасности II. При использовании подходящих пробников (например, пробников тока), отвечающих классу безопасности II, также возможны измерения в сетях питания. Категория измерения таких пробников должна быть проверена и учтена. Категории измерений устанавливаются, исходя из расстояния от электростанции, и, следовательно, от ожидаемых выбросов (переходных процессов) напряжения и тока. Выбросы (переходные процессы) – это короткие, очень быстрые отклонения напряжения или тока, которые могут быть, а могут не быть периодическими.

Категория измерений IV: Измерения вблизи от электростанции, например на счетчике электроэнергии

Категория измерений III: Измерения внутри зданий (установки распределения мощности, розетки сети питания, размещенные на постоянной основе двигателя).

Категория измерений II: Измерения в цепях, напрямую подсоединенных к сети питания (бытовая техника, электроинструменты и т.д.).

0 (приборы без подтвержденной категории измерений): прочие цепи, не подключенные напрямую к сети питания.

1.9 Сетевое напряжение

Прибор имеет широкий диапазон напряжений питания, от 100 до 240 В с допустимыми отклонениями $\pm 10\%$, частотой 50 или 60 Гц. Поэтому в приборе нет функции выбора напряжения сети. Сетевой плавкий предохранитель расположен на задней панели, а также в части соединителя входа сети питания. Перед тем, как заменять плавкий предохранитель, следует отсоединить шнур питания. Замена допускается только в том случае, если патрон плавкого предохранителя не поврежден. Патрон вынимается с помощью отвертки, вставленной в гнездо. Плавкий предохранитель вынимается из патрона и заменяется. Затем патрон с новым предохранителем вставляется обратно напротив пружины. Запрещено "ремонтить" сгоревшие предохранители или ставить перемычки. Любые повреждения, полученные в результате таких действий, ведут к нарушению условий гарантии.

1.10 Утилизация После окончания срока службы осциллографа, он должен быть утилизирован отдельно от бытовых отходов. Утилизация в службах сбора неисправного электронного оборудования также не допускается. В соответствии с обязательствами для всех производителей немецкой электротехники и Закона об электронном оборудовании (ElektroG), компания Rohde & Schwarz несет полную ответственность за экологически чистую утилизацию или переработку своей продукции в конце срока их службы. Пожалуйста, свяжитесь с местным сервисным центром для утилизации прибора.

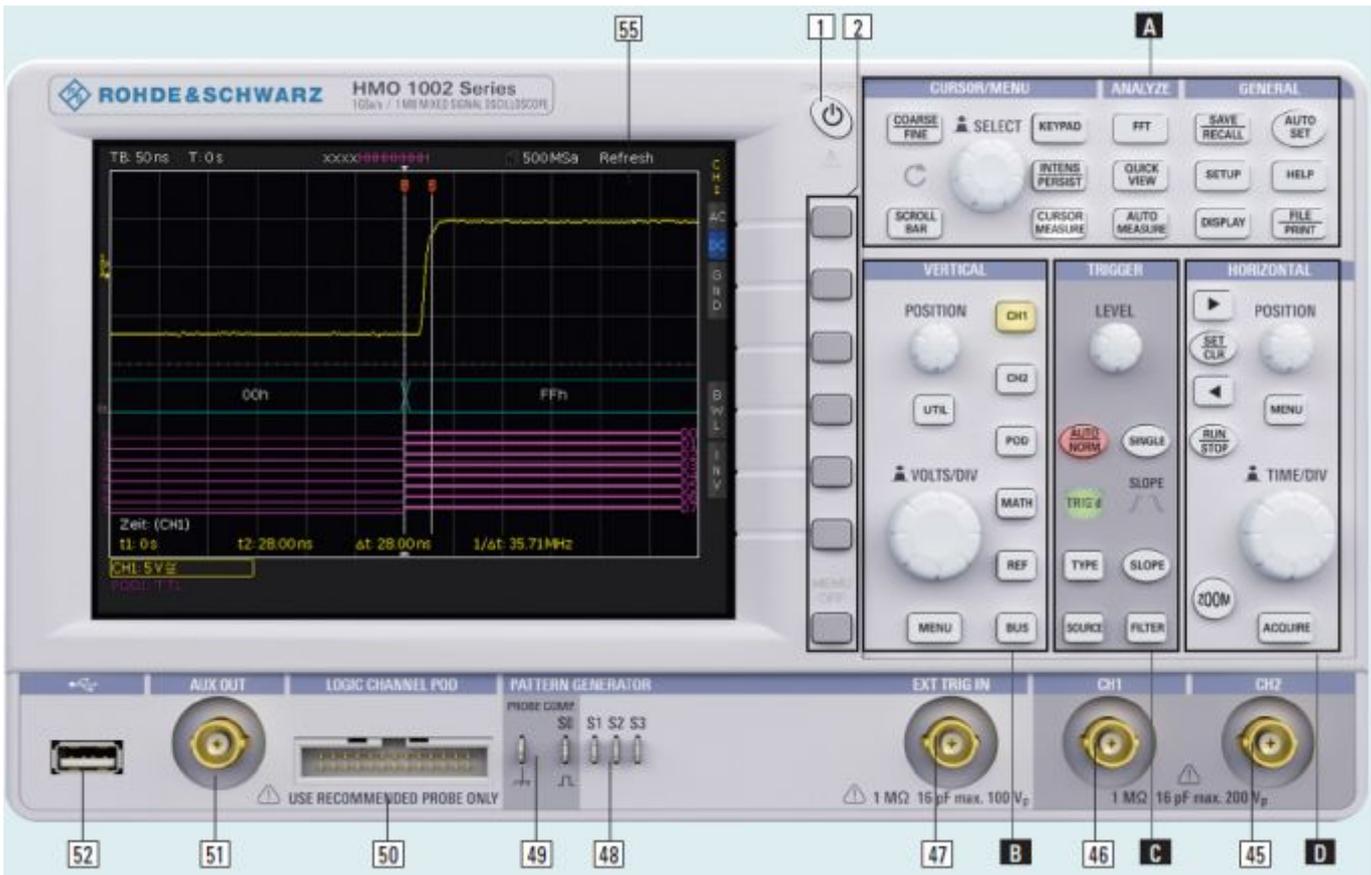


Рис. 2.1 – Вид спереди HMO1052

2 Подготовка к работе

2.1 Вид спереди

На передней панели расположены следующие органы управления и входы/выходы: клавиша включения / перехода в спящий режим [1]. Когда осциллограф находится в спящем режиме, эта клавиша подсвечивается красным. После отключения осциллографа от цепи питания выключателем, расположенным на задней панели, красная подсветка клавиши [1] также через несколько секунд отключается. Далее, на передней панели расположены панель управления [2], A, B, C, D, BNC-разъемы аналоговых входов [45] и [46], выход регулировки пробника [49], источник сигнала для шины данных [48], разъем для дополнительного логического пробника HO3508 [50], порт USB для USB-носителей [52], TFT-экран [53]. Для тестирования компонентов, а также сигналов Годен/не годен, используется BNC-разъем дополнительного выхода AUX OUT [51].

Обратите внимание, что разъем для активного логического пробника HO3508 [50] подходит только к данным пробникам. Подключение каких-либо других устройств может привести к повреждению входов!

2.2 Панель управления

Органы управления на передней панели позволяют получить прямой доступ к наиболее важным функциям; доступ ко всем расширенным функциям осуществляется через структуру меню с помощью серых функциональных

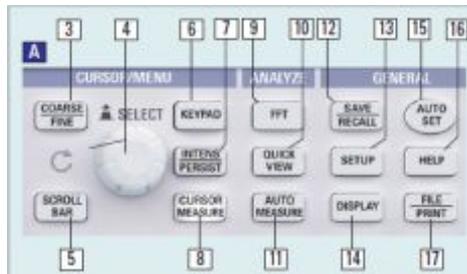


Рис. 2.2 – Область А панели управления.

клавиш. Клавиша питания [1] выделена среди остальных своей формой. Наиболее важные элементы управления подсвечиваются цветными светодиодами с целью мгновенной индикации текущих настроек. Панель поделена на четыре области:

Область A

Данная область объединяет следующие три раздела: CURSOR /MENU – ANALYZE – GENERAL.

В разделе CURSOR/MENU содержатся функции курсора [8], выбор основного курсора и ручка регулировки [4], клавиша INTENSITY/PERSISTENCE [7], и клавиша выбора виртуального экрана [6].

Раздел ANALYZE предоставляет прямой доступ к выбору БПФ-отображений FFT [9], режиму быстрого просмотра QUICK VIEW [10] (все важные параметры отображаемого в настоящий момент сигнала), и функции "AUTOMEASURE" [11] для автоматического измерения параметров.

Раздел GENERAL включает в себя следующие клавиши: SAVE /RECALL [12] для сохранения и вызова настроек прибора, сигналов, опорных сигналов, а также снимков экрана. Кроме того, здесь находятся клавиши вызова встроенной помощи HELP [16], DISPLAY [14] для доступа к основным настройкам отображения, автонастройки на

сигнал AUTOSET [15], клавиши SETUP [13] для доступа к основным настройкам осциллографа (например, языку интерфейса), клавиша FILE/PRINT [17]. Последняя, в зависимости от настройки, позволяет пользователю напрямую производить сохранение настроек прибора, сигналов или снимков экрана.

Область В:

В области VERTICAL находятся все органы управления аналоговыми каналами, в частности, ручка управления положением [18], клавиша выбора режимов XY и тестирования компонентов [19], ручка регулировки вертикального усиления [20], клавиша функций расширенного меню [21],

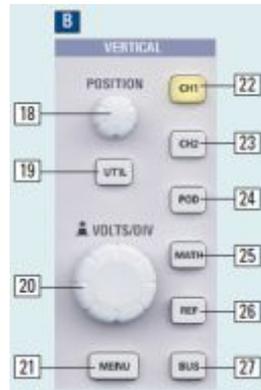


Рис. 2.3 – Область В панели управления.

клавиши выбора канала [22] и [23], клавиша выбора дополнительного логического пробника [24]. В этой области также имеются клавиши математических функций [25], настроек опорного сигнала [26], а также настроек тестируемой шины данных [27].

Область С:

Область запуска TRIGGER панели управления содержит функции для регулировки уровня запуска [28], выбора автоматического или обычного запуска [29], типа запуска [31], источника запуска [32], однократного запуска [33], фронта запуска [35], фильтров сигнала запуска [36]. Здесь также имеются индикаторы состояния, показывающие, удовлетворяет ли сигнал условиям запуска [30], и какой из фронтов запуска выбран [34].

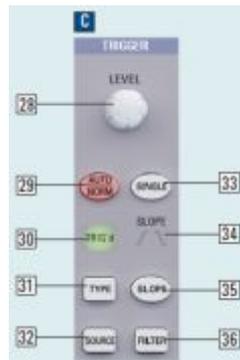


Рис. 2.4 – Область С панели управления

Область D:

Клавиши [37] и [38] на панели управления HORIZONTAL позволяют смещать положение запуска по горизонтали либо пошагово, либо используя малую поворотную ручку [41]. Подсвеченная клавиша [39] управляет режимами запуска и остановки; клавиша подсвечивается красным цветом в режиме остановки. Клавиша [40] активирует функцию масштабирования, клавиша [44] – выбор режимов сбора данных, клавиша [42] – доступ к меню временной развертки. Ручка [43] позволяет регулировать скорость развертки. Слева от панели управления располагаются функциональные клавиши [2], которые управляют функциями меню.

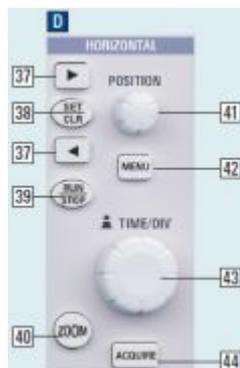


Рис. 2.5 – Область D панели управления

2.3 Экран

Осциллографы снабжены цветным 6,5" (16,5 см) TFT-дисплеем с диодной подсветкой и VGA разрешением (640 x 480 пикселей). В обычном режиме (без индикации меню) по оси X имеется 12 делений. Если индикация меню включена, то количество делений уменьшается до 10. В левой части экрана маленькие стрелки [1] показывают опорные потенциалы каналов. Строка над масштабной сеткой содержит информацию состояния и настроек, такую, например, как скорость развертки, задержка и другие условия запуска, текущая частота дискретизации и режим сбора данных [2]. Справа от масштабной сетки показывается сокращенное меню, которое содержит наиболее важные настройки отображаемого в данный момент канала; настройки выбираются с помощью функциональных клавиш [3]. Ниже масштабной сетки показываются результаты измерений параметров и курсоров, настройки активированных вертикальных каналов, опорного сигнала, и расчетных кривых [4]. Внутри масштабной сетки отображаются сигналы выбранных каналов. Обычно показывается 8 делений по вертикали; виртуально можно увеличить число делений до 20, их можно просматривать, используя кнопку SCROLL BAR [5].

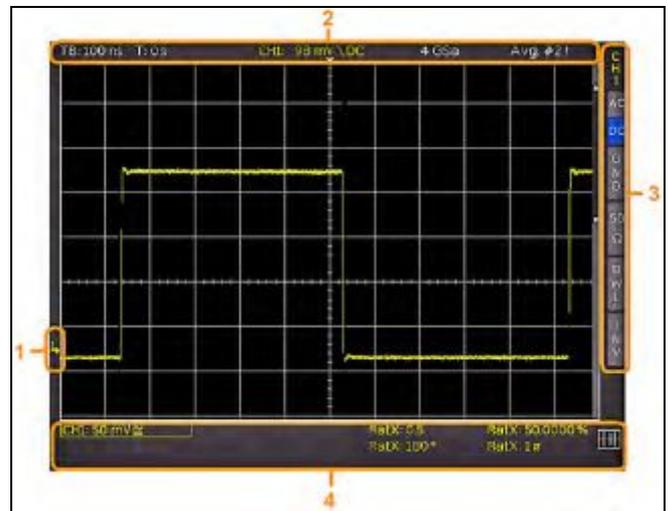


Рис. 2.6 – Экран

2.4 Общая концепция работы с прибором

Осциллографы серии НМО известны своей простотой управления, основанной на нескольких основных принципах, которые повторяются в различных настройках и функциях.

- Это клавиши, которые включают функцию, не открывая функциональное меню (например, быстрый просмотр), а повторным нажатием ее выключают.
- Это клавиши, которые открывают функциональное меню при первом нажатии и закроют его при повторном нажатии.
- Универсальная ручка используется в различных меню, как для выбора меню, так и подменю, кроме того она используется для выбора цифровых значений.
- Клавиша выключения меню (MENU OFF) под клавишами функционального меню закрывает текущее меню или переключает его на следующий более высокий уровень.
- Если канал деактивирован, то нажатие на соответствующую клавишу канала приведет к его включению. Если канал уже был активирован ранее, то выбор другого канала изменит активный канал на тот, чья кнопка была нажата (загорится соответствующий светодиод).

- Если активированы курсорные измерения, то клавиша CURSOR SELECT выберет курсор, который можно перемещать при помощи универсальной ручки. Во всех меню для буквенно-цифрового ввода и в диспетчере файлов ручка используется для выбора или подтверждения ввода.

Функциональное меню содержит некоторые часто используемые элементы. Для выбора одной из функций необходимо лишь нажать расположенную рядом функциональную клавишу, и выбранный элемент активируется (будет отмечен синим цветом). Другой тип выбора при нажатии соответствующей функциональной клавиши выполняет переключение между двумя вариантами, при этом текущее значение выбора также отмечено синим цветом. Для некоторых функций, которые необходимо включить, а затем задать значения, пользователю нужно сделать выбор между выключенным состоянием (OFF) и установленным значением (например, так производится установка задержки времени TIME OFFSET). Круглая стрелка в правом углу окна меню указывает на то, что для выбора значения должна использоваться универсальная ручка. Наличие меню более низкого уровня будет показано с помощью маленького треугольника в правом нижнем углу соответствующей кнопки меню.

Если на том же уровне меню существуют другие страницы, то для навигации будет использована самая нижняя кнопка меню. Она показывает номера страниц меню данного уровня, а также номер активной страницы. При нажатии соответствующей этой кнопке функциональной клавиши произойдет перемещение на одну страницу; с последней страницы происходит перемещение на первую.

2.5 Основные настройки и встроенная функция справки

Основные настройки, такие как язык интерфейса пользователя и справки, основные настройки, а также настройки интерфейсов могут быть заданы с помощью меню, которое открывается после нажатия клавиши SETUP в области GENERAL панели управления.

На первой странице меню можно задать язык интерфейса пользователя и справки, нажав функциональную клавишу LANGUAGE. Функциональная клавиша INTERFACE открывает доступ к меню конфигурирования интерфейсов (USB или Ethernet).

Система подменю PRINTER включает в себя установки параметров для принтеров, совместимых с языками управления POSTSCRIPT и PCL. При нажатии данной клавиши откроется подменю, в котором можно выбрать формат бумаги и цветовой режим. В случае выбора верхнего пункта меню PAPER FORMAT соответствующей функциональной клавишей, откроется окно выбора формата бумаги из A4, A5, B5, B6, Executive, Letter, Legal с книжным или альбомным ориентированием. Для выбора нужного формата следует использовать универсальную ручку, выбранный формат будет показан на клавише функционального меню. Следующий пункт меню COLOR MODE служит для выбора цветового режима: оттенки серого (Greyscale), цветной (Color), инверсные цвета (Inverted). Режим Greyscale преобразует цветное изображение в изображение с оттенками серого, которое может быть напечатано на черно-белом принтере. Цветной режим (Color) обеспечивает вывод на печать цветного изображения, такого же, которое выводится на экран (на черном фоне). В инверсном режиме (Inverted) цветное изображение печатается на цветном Postscript-принтере в цвете, но на белом фоне, в целях экономии тонера или чернил.

Функциональная клавиша DEVICE INFORMATION открывает окно со всей информацией о состоянии программного и аппаратного обеспечения осциллографа.

Клавиша DEVICE NAME позволяет пользователю задать имя прибора (до 19 символов), которое будет отображаться при печати снимков экрана.

Клавиша MENU OFF позволяет выбрать ручное (Manual) или автоматическое закрытие функционального меню с временной задержкой от 4 до 30 с.

Клавиша DEVICE LOGO IN SCREENSHOT управляет отображением в правом верхнем углу логотипа R&S на снимках экрана.

На второй странице основного меню SETUP находится подменю UPDATE для обновления встроенного ПО и справки, которое подробно описано в следующей главе.

Клавиша DATE & TIME открывает меню установки даты и времени.

Клавиша SOUND открывает меню установки звуковых сигналов для изменения настроек осциллографа, в случае появления ошибок или условий запуска.

Встроенная функция справки может быть включена нажатием клавиши HELP в области GENERAL панели управления. Будет открыто окно справки, текст в котором обновляется динамически, в зависимости от нажатия клавиши (в том числе функциональной клавиши) или вращения поворотной ручки. Если функция справки более не нужна, окно справки может быть выключено нажатием клавиши HELP. Подсветка клавиши и текстового окна выключится.

2.6 Обновления встроенного ПО

Осциллографы серии НМО1002 постоянно совершенствуются. Последнюю версию встроенного ПО для прибора можно скачать на сайте www.rohde-schwarz.com. Встроенное ПО запаковано в архивный ZIP-файл.

После скачивания ZIP-файл должен быть распакован в основной каталог USB-носителя. Затем следует вставить носитель в USB-порт осциллографа и нажать клавишу SETUP в области GENERAL на передней панели. Выбрать в меню страницу 2, далее нажать функциональную клавишу UPDATE. После выбора данного пункта меню будет открыто окно, в котором отобразится текущая версия встроенного ПО, информация о номере версии, дате и сборке программного пакета. В этом подменю может быть произведено обновление встроенного ПО или функции справки.

Нажатие клавиши UPDATE приведёт к поиску соответствующего файла на USB-носителе. Затем на экране осциллографа появится информация о доступности нового ПО в строке NEW. Версия ПО отобразится красным цветом в том случае, если версия имеющегося на USB-носителе ПО совпадает с уже установленной в осциллографе, если же версия ПО на USB носителя будет более новой, она отобразится зелёным цветом. Только в этом случае следует нажать клавишу EXECUTE, инициировав тем самым процесс обновления ПО. Если требуется обновление только функции встроенной справки или добавить новый язык для встроенной справки, следует выбрать соответствующий параметр (HELP) для обновления.

2.7 Опции и программные ключи

Для осциллографов серии НМО1ХХ2 имеется ряд опций, которые позволяют расширить области применения устройства (такие, как добавление функций анализа шин данных). В настоящее время доступны следующие опции: НОО10/НОО11/НОО12. Опции анализа шин данных НОО10, НОО11 и НОО12 могут быть приобретены вместе с осциллографом на предприятии-изготовителе. Соответствующие лицензии НВ110, НВ111 и НВ112 могут быть установлены пользователем позднее с использованием программных ключей. Установленные опции и лицензии могут быть проверены в подпункте меню DEVICE INFORMATION в меню SETUP.

Таблица 2.1 Обзор опций

Описание опции	Опция ¹	Программный ключ ²
Опция запуска и декодирования протоколов I ² C, SPI, UART/RS-232 в аналоговых и цифровых каналах	НОО10	НВ110
Опция запуска и декодирования протоколов I ² C, SPI, UART/RS-232 в аналоговых каналах	НОО11	НВ111
Опция запуска и декодирования протоколов CAN/LIN в аналоговых и цифровых каналах	НОО12	НВ112

Примечания: 1. Доступны только при заказе осциллографа
2. Доступны после получения осциллографа посредством получения лицензии

При вводе лицензионного кода на домашней странице <http://voucher.hameg.com> будет создан программный ключ (файл формата "SERIAL NUMBER.hlk"). Полученный ASCII файл может быть открыт в текстовом редакторе, что позволит пользователю прочесть содержимое программного ключа. Далее можно выбрать один из двух способов активации запрошенной опции с помощью ключа: автоматическое считывание или ручной ввод. Автоматическое считывание с USB-носителя является самым простым и быстрым способом. Для

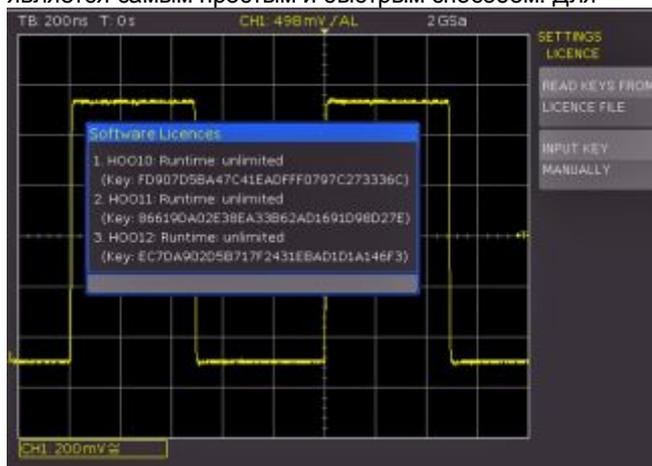


Рис. 2.7 Меню UPGRADE

этого нужно поместить программный ключ на USB-носителе, после чего подключить носитель к осциллографу через USB-порт на лицевой панели. При нажатии клавиши SETUP в области GENERAL панели управления осциллографа откроется меню SETUP, на второй вкладке подменю которого следует выбрать подпункт LICENCE. После нажатия функциональной клавиши READ KEYS откроется диспетчер файлов. Следует выбрать нужный лицензионный файл при помощи поворотной ручки, затем нажать функциональную клавишу LOAD для его загрузки. Опция

будет доступна после выключения и включения питания осциллографа.

Второй способ позволяет ввести программный ключ вручную. Для этого в подпункте меню LICENCE следует нажать функциональную клавишу INPUT KEY, что приведёт к открытию окна ручного ввода. Ввод программного ключа производится при помощи

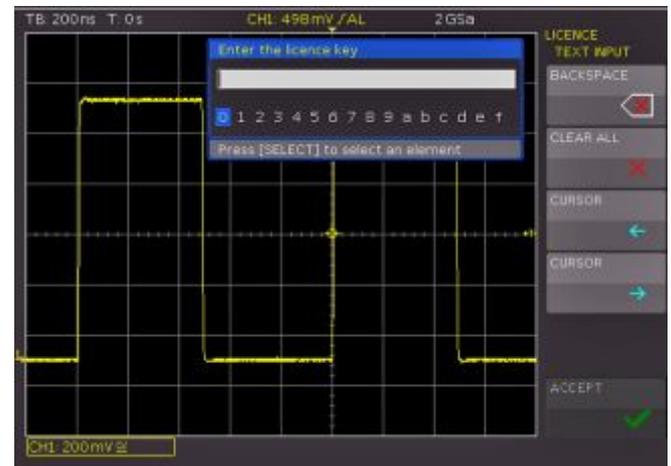


Рис. 2.8 Ручной ввод программного ключа

поворотной ручки последовательным выбором соответствующего символа с последующим подтверждением нажатием поворотной ручки. После окончания ввода следует нажать клавишу подтверждения ACCEPT. Опция будет доступна после выключения и включения питания осциллографа.

Осциллографы поставляются подготовленными к работе в режиме смешанных сигналов, и имеют на лицевой панели соответствующий разъём для подключения логического пробника. При подключении 8-канального логического пробника R&S@HO3508 в осциллографе появляется 8 логических каналов.

2.8 Автокалибровка

Осциллограф должен предварительно достичь требуемой рабочей температуры (находиться во включенном состоянии не менее 20 минут), кроме того, необходимо отсоединить от входов все кабели и пробники.

Для обеспечения максимально возможной точности в осциллографе имеется встроенная процедура автокалибровки. Во время стандартной автокалибровки прибор регулирует точность по вертикальной оси, смещение, развертку и некоторые настройки запуска и сохраняет полученные поправочные значения во внутренней памяти.

Если во время описанной выше процедуры калибровки возникают ошибки, необходимо отправить экспортированный .log-файл (см. меню Self Alignment) по адресу support@hameg.com. Можно сохранить .log-файл на USB-носитель.

Для запуска автокалибровки необходимо в меню SETUP нажать функциональную клавишу SELF ALIGNMENT и нажать клавишу START. Процедура займет около 5-10 минут. Каждый отдельный этап и общий ход ее выполнения будет отображаться с помощью полосового индикатора.

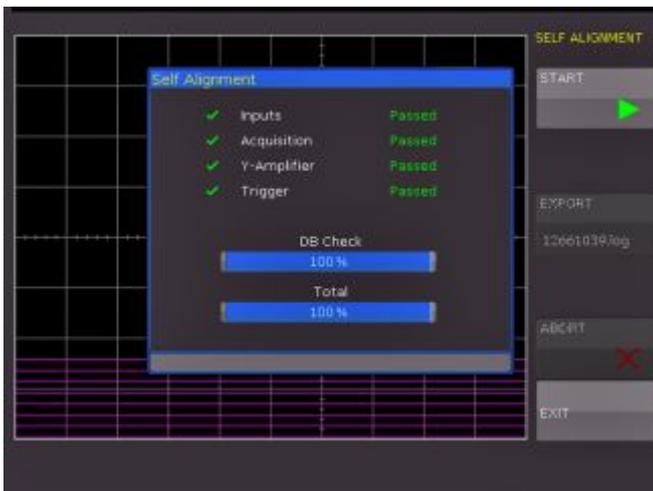


Рис. 2.9 Экран успешного завершения процедуры автокалибровки

2.8.1 Автокалибровка логического пробника

Автокалибровка для опционального логического пробника HO3508 в основном регулирует уровни переключения. Для запуска автокалибровки необходимо подключить логический пробник типа HO3508 к осциллографу НМО. Важно, чтобы разъемы битовых сигналов были свободны. Для запуска процедуры выбрать пункт LOGIC PROBE в функциональном меню SELF ALIGNMENT. Процедура аналогична автокалибровке основного прибора, но занимает всего несколько секунд.

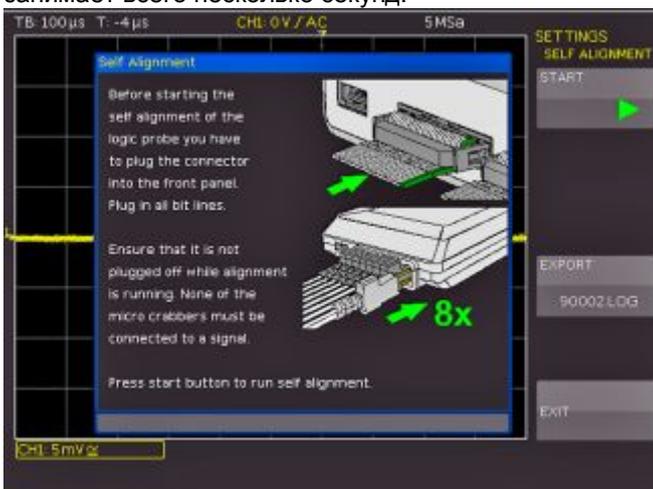


Рис. 2.10 Экран автокалибровки логического пробника

2.9 Режим обучения

Режим обучения (Education Mode) позволяет отключить функции AUTOSET, QUICK VIEW и автоматические измерения. При включении этого режима (функция выделяется синим цветом) на экране появится соответствующее сообщение. Кроме того, на домашнем экране, на экране информации о приборе и на создаваемых снимках экрана будет указано, что включен режим обучения. Для отключения этого режима необходимо повторно нажать функциональную клавишу EDUCATION MODE, синее выделение будет снято.

2.10 Вид сзади

На задней панели находятся: разъемы интерфейсов Ethernet и USB, которые выполнены несъемными. Дополнительные интерфейсы недоступны.



Рис. 2.11 Вид осциллографа сзади

3 Краткое введение

Следующая глава предназначена для ознакомления пользователя с наиболее важными функциями и настройками осциллографов, предоставляя возможность немедленно приступить к работе с прибором. В качестве источника сигнала используется выход внутреннего калибровочного сигнала, поэтому на данном этапе дополнительных приборов не требуется.

3.1 Настройка и включение прибора

Установить складные ножки прибора таким образом, чтобы экран был направлен немного вверх (см. главу 1.1 об установке прибора). Вставить шнур питания в разъем на задней панели осциллографа и включить сетевой выключатель. Прибор включится после нажатия красной клавиши On/Off [1] на передней панели.

Через несколько секунд появится изображение, и осциллограф будет готов к измерениям. Теперь следует нажать и удерживать клавишу AUTOSET [15] до появления звукового сигнала. Таким образом, производится сброс большинства настроек осциллографа в значения по умолчанию.

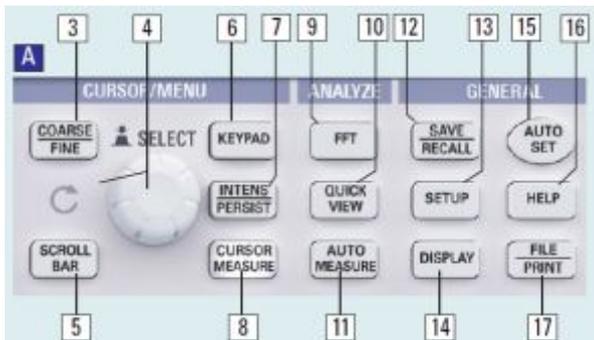


Рис. 3.1 – Область А панели управления

3.2 Подсоединение пробника и захват сигнала

Возьмите один из поставляемых с осциллографом пробников, отсоедините защитный колпачок с кончика. Подсоедините блок компенсации к BNC-разъему канала 1 и поверните его цилиндрическую часть по часовой стрелке до фиксации.

Пассивные пробники перед использованием должны быть скомпенсированы. Описание правильной процедуры компенсации см. в инструкции для пробника. Установить пробник в надлежащее положение на выходе ADJ так, чтобы контакт вошел в отверстие правого выхода, а заземление подключилось к левому выходу.

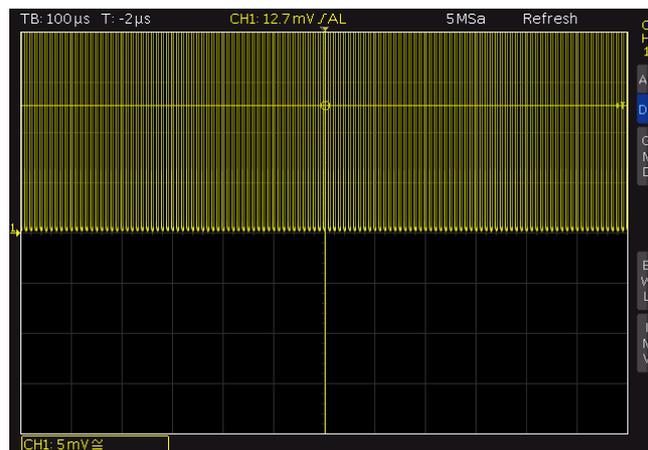


Рис. 3.2 – Вид экрана после подключения пробника

В правой части экрана выводится сокращенное меню канала 1, функциональные клавиши позволяют выбрать часто используемые настройки.

Текущие настройки помечены синими полями, повторные нажатия клавиш приводят к выбору альтернативных настроек.

Следует один раз кратковременно нажать клавишу автонастройки AUTOSET [15], через несколько секунд осциллограф автоматически выберет оптимальный масштаб по вертикали и горизонтали, а также настройки запуска. Теперь на экране будет виден прямоугольный сигнал.

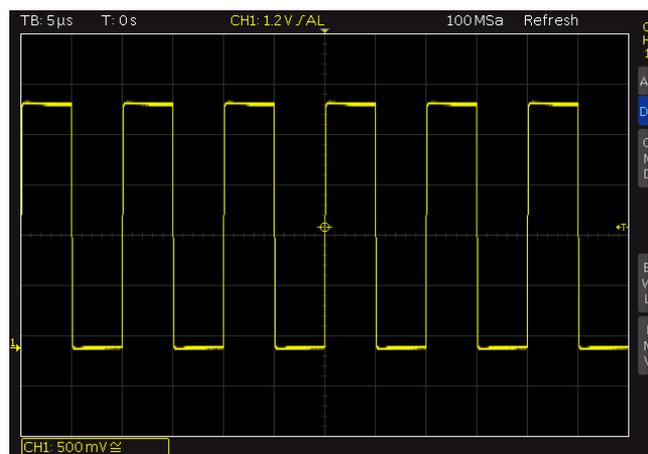


Рис. 3.3 – Вид экрана после автонастройки

3.3 Детальное отображение сигнала

С помощью ручки [43] можно изменить отображаемое временное окно: ее поворот против часовой стрелки уменьшает коэффициент развертки. Продолжайте поворачивать ручку против часовой стрелки до тех пор, пока в верхнем левом углу не отобразится сообщение "TB:5ms". Нажать клавишу ZOOM [40].

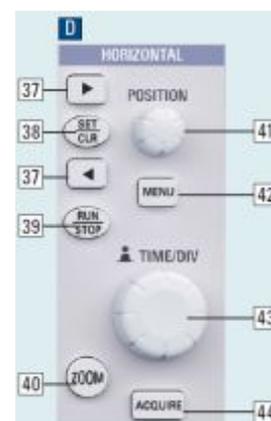


Рис. 3.4 – Область панели управления, содержащая ручку масштабирования ZOOM

Теперь на экране отобразится два окна: в верхней части экрана показывается весь захваченный сигнал, а снизу – его увеличенная часть. Следует использовать ручку развертки для выбора коэффициента масштабирования

и малую ручку для установки горизонтального положения.

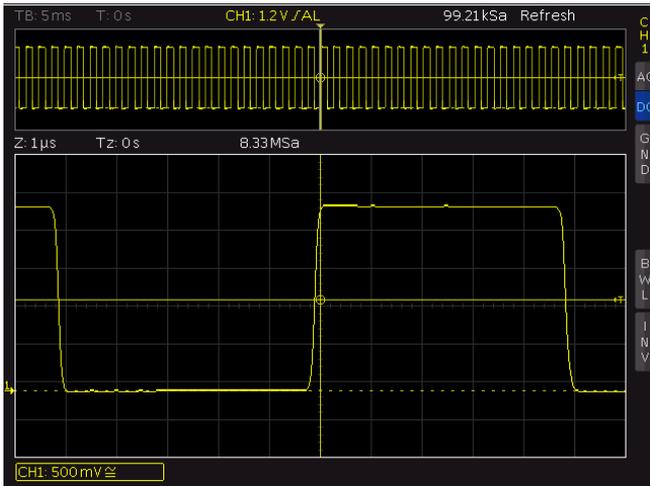


Рис. 3.5 – Функция ZOOM

При повторном нажатии клавиши ZOOM [40] режим масштабирования выключается.

3.4 Курсорные измерения

После отображения сигнала и его деталей можно перейти к измерениям с помощью курсорных функций. Вновь кратковременно нажать клавишу AUTOSET [15], а затем клавишу CURSOR/MEASURE [8]. Откроется меню курсора, в котором можно выбрать тип курсора. Нажать верхнюю функциональную клавишу, чтобы открыть соответствующее меню. Используя поворотную ручку в области CURSOR/MENU для выбора, можно выбрать требуемый вид измерений. Поворачивать ручку против часовой стрелки до тех пор, пока не будет выделен пункт **V-marker**, затем нажать для подтверждения выбора клавишу SELECT или подождать несколько секунд для применения выбора. Одновременно с сигналом отобразятся два курсора, а в нижней части экрана для них будут показаны результаты измерения. Выбрать активный курсор клавишей SELECT [4] и установить его положение с помощью поворотной ручки.

В данном случае выбранный "V cursor" показывает напряжение в двух положениях курсора, их разность, а также разницу времени между положениями курсоров. Курсоры можно отключить, нажав повторно клавишу CURSOR MEASURE.

3.5 Автоматические измерения

В дополнение к результатам курсорных измерений могут быть отображены важнейшие параметры сигнала. Осциллограф НМО предоставляет возможность:

- отобразить измеренные значения 6 параметров, которые могут быть получены из различных источников сигналов
- быстро просмотреть все важные параметры одного источника, используя функцию быстрого просмотра (QUICK VIEW).

Теперь следует изменить коэффициент развертки на значение 100 мкс/дел, затем нажать клавишу быстрого просмотра QUICK VIEW [10].

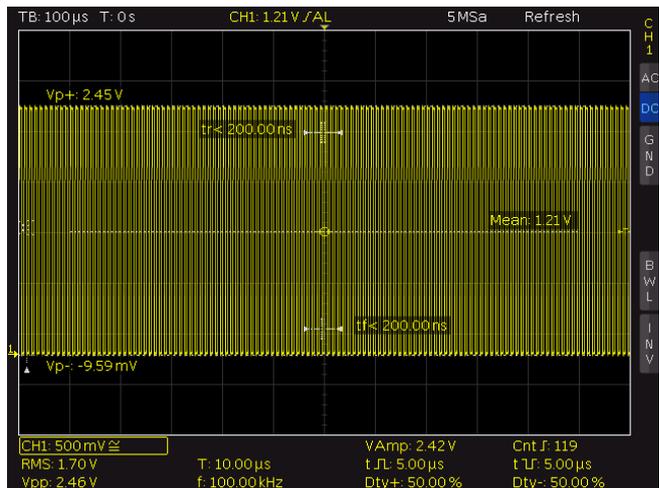


Рис. 3.6 – Измерение параметров в режиме быстрого просмотра

На экране будут показаны важнейшие параметры сигнала:

- положительное и отрицательное пиковые напряжения
- время нарастания и спада
- среднее напряжение

В нижней части экрана будут показаны дополнительно десять параметров:

- среднеквадратичное значение (СКЗ)
- частота
- амплитуда
- ширина положительной полуволны
- коэффициент заполнения положительной полуволны
- размах по напряжению
- период
- количество положительных фронтов
- ширина отрицательной полуволны
- коэффициент заполнения отрицательной полуволны

Таким образом, простым нажатием клавиши можно увидеть сразу 15 параметров, характеризующих сигнал. Данная функция всегда применяется к текущему активному каналу.

Можно также отобразить два параметра двух различных сигналов. Для этого необходимо выключить функцию QUICK VIEW повторным нажатием клавиши, затем включить канал 2 нажатием клавиши CH2. Открыть меню, представленное ниже нажатием клавиши AUTOMEASURE [11]. При нажатием функциональной клавиши MEAS.PLACE появится выпадающий список с номером места для размещения результата измерений. При помощи поворотной ручки следует выбрать требуемое место для размещения результата измерений в правом нижнем углу экрана. В случае нажатия функциональной клавиши TYPE можно выбрать нужный измеряемый параметр из списка, используя поворотную ручку. Выберите место размещения результата измерения 1. Нажмите клавишу TYPE и выберите измерение среднего значения напряжения MEAN с источником измеряемого сигнала канала 1. Выберите место размещения результата измерения 2. Определите аналогичным образом измерение среднеквадратичного значения напряжения в канале 2. После закрытия меню, измеренные значения могут быть легко соотнесены с каналами, в которых проводятся измерения благодаря окрашенности в цвета, соответствующие цвету каналов, в которых проводятся измерения (в данном случае, желтый для канала 1 и синий для канала 2).

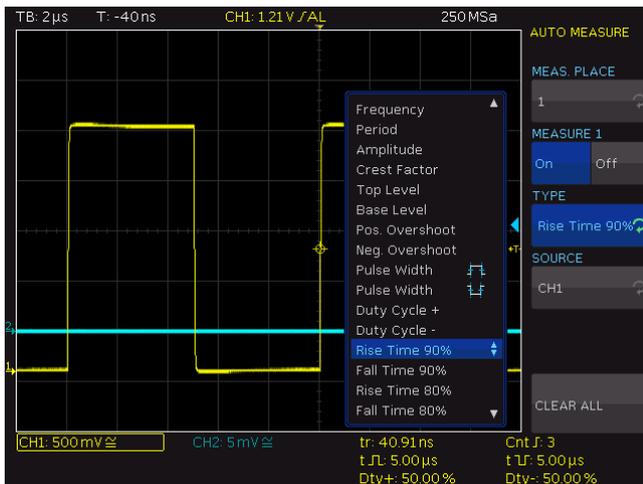


Рис. 3.7 – Выбор параметров измерения

3.6 Математические функции

В дополнение к курсорным измерениям и измерению параметров, осциллограф способен применять к сигналам математические функции. При нажатии клавиши MATH [26] открывается сокращенное меню, которое позволяет выбрать одну из математических функций: сложение, вычитание, умножение и деление двух аналоговых сигналов. Кроме того, при нажатии клавиши MATH инициируется отображение результирующей функции. Верхняя функциональная клавиша в этом режиме позволяет выбрать первый объект для действия, следующая клавиша производит выбор действия, последняя клавиша позволяет выбрать второй объект для действия. В качестве объектов для действий могут быть использованы только активированные и отображаемые каналы так, чтобы результирующий график мог быть вычислен и отображён.

3.7 Сохранение данных

Осциллограф может сохранять 4 различных типов данных:

- Настройки прибора
- Опорные сигналы
- Сигналы
- Снимки экрана

Сигналы и снимки экрана могут храниться только на USB-носителе. Все остальные данные могут храниться как на USB-носителе, так и в энергонезависимой памяти прибора. Для сохранения данных необходимо определить тип данных и место их хранения. Сначала следует вставить USB-носитель в разъем на передней панели прибора. Нажать SAVE/RECALL [12] для вызова соответствующего меню.

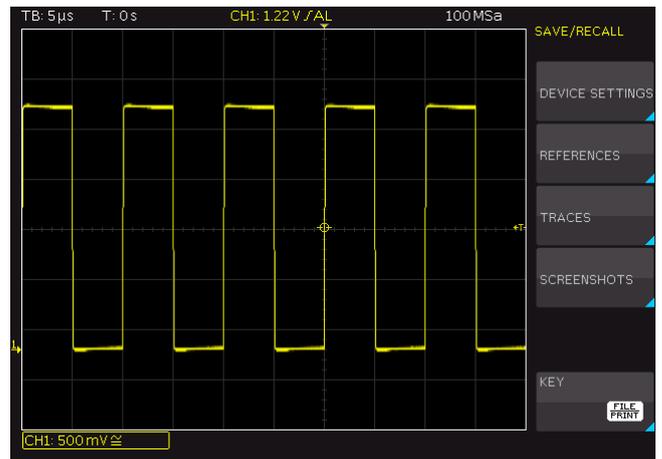


Рис. 3.8– Меню сохранения/загрузки данных

Выборить тип данных, нажав соответствующую функциональную клавишу (в данном примере SCREENSHOTS) для доступа к меню настроек. Необходимо убедиться в том, что подменю STORAGE активен разъем USB на передней панели осциллографа. Теперь можно сохранить снимок экрана, если нажать функциональную клавишу SAVE, используя предварительно заданное имя, указанное в пункте меню FILE NAME.

Сохраняемому файлу может быть присвоено имя, содержащее не более 8 символов; для этого следует выбрать подпункт меню FILE NAME и ввести имя, используя универсальную ручку и клавишу SELECT. После нажатия функциональной клавиши ACCEPT осциллограф запоминает имя и возвращается в меню настроек. Теперь можно сохранить текущий снимок экрана, нажав функциональную клавишу STORE. Также можно вернуться на более низкий уровень меню (нажав самую нижнюю клавишу MENU OFF) и выбрать клавишу FILE/PRINT пункта меню. В следующем меню нажать функциональную клавишу SCREENSHOTS: в результате, клавише FILE/PRINT [17] будет назначена функция сохранения снимка экрана с выбранными настройками. Теперь, простым нажатием клавиши FILE/PRINT [17] файл изображения может быть сохранен на USB-носителе в любой момент времени и из любого меню.

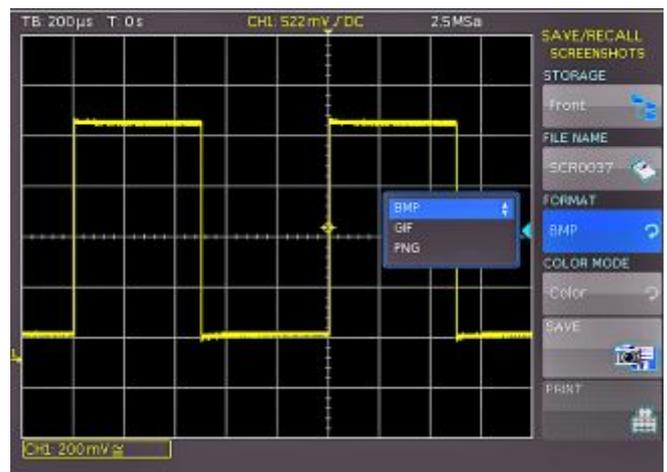


Рис. 3.9– Меню сохранения снимков экрана

4 Система вертикального отклонения

Для настройки вертикального отклонения используются ручки регулировки вертикального положения и чувствительности, всегда отображаемое сокращенное меню и расширенное меню.

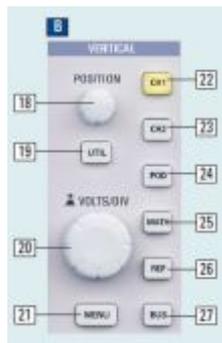


Рис. 4.1 – Область передней панели с управлением системы вертикального отклонения

При нажатии соответствующей клавиши будет выбран канал, для которого будут применены данные настройки управления, что будет индцироваться подсветкой клавиши цветом канала. На экране будет показан номер канала, который отображается ярче, чем неактивные каналы. Соответствующее сокращенное меню всегда отображается на экране, а расширенное меню выводится при нажатии клавиши MENU [21].

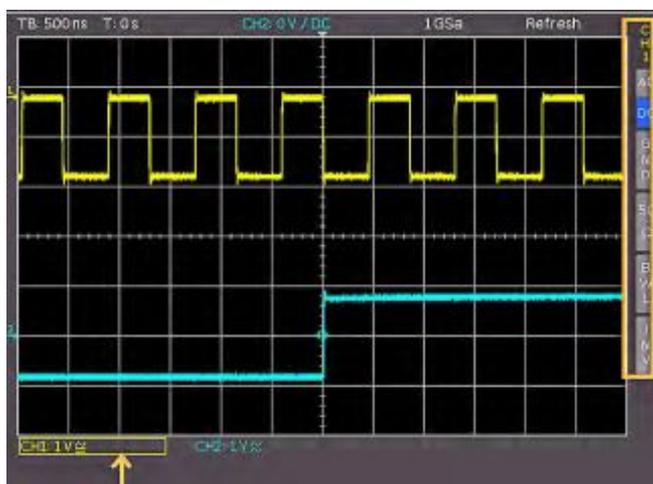


Рис. 4.2 – Сокращенное меню для настроек вертикального отклонения

4.1 Связь по току

Осциллографы НМО1212, НМО1222 и НМО1232 позволяют выбрать входной импеданс из значений 1 МОм или 50 Ом. Осциллографы НМО1052, НМО1072 и НМО1102 имеют неизменный входной импеданс 1 МОм.

Запрещается подавать на 50-омные входы эффективное напряжение более 5 Вольт.

50-омный входной импеданс должен быть выбран только в том случае, если используется 50-омный источник сигнала, например, генератор с 50-омным выходом, с согласованной нагрузкой в рабочем диапазоне. Во всех остальных случаях должен быть выбран импеданс 1 МОм. Далее следует выбрать связь по постоянному (DC) или переменному (AC) току: при связи по постоянному току будут отображаться все компоненты сигнала, при связи по переменному току постоянная составляющая будет удалена, нижняя частота полосового фильтра будет составлять в последнем случае 2 Гц. Если выбран импеданс 1 МОм, то на входы вертикального отклонения напрямую может быть подано напряжение до 200 В (пиковое значение). Более высокие напряжения могут быть измерены при помощи пробников (до 40 кВ_{пик}). Такие измерения должны проводиться только со связью по постоянному току.

Для большинства основных применений могут быть использованы поставляемые с осциллографами пробники. С осциллографами НМО1052, НМО1072, НМО1102 поставляются пробники HZ154, которые позволяют изменять входное ослабление между значениями 10:1 и 1:1. Входное ослабление должно быть установлено в меню настроек канала вручную. Вместе с осциллографами НМО1212, НМО1222 и НМО1232 поставляются пробники RT-ZP03.

Пользователь может выбрать связь по току с помощью сокращенного меню, а также в меню настройки канала. Нажатие соответствующей функциональной клавиши изменяет связь по току, сигнал также может быть инвертирован. Меню действительно для активного канала, что индицируется подсветкой клавиши выбора канала. Номер канала будет показан в верхней части меню. При нажатии соответствующей клавиши другого канала меню переносится на данный канал.

4.2 Чувствительность, положение по Y и смещение

Чувствительность аналоговых входов может быть выбрана большой поворотной ручкой в области VERTICAL передней панели с шагом 1-2-5 от 1 мВ/дел до 10 В/дел независимо от выбранного импеданса (50 Ом или 1 МОм). Ручка связана с каналом, выбранным нажатием соответствующей клавиши. Изменение чувствительности может также выбираться непрерывно, для чего нужно однократно нажать большую поворотную ручку. Малая поворотная ручка используется для установки положения по вертикали.

Расширенное меню вызывается нажатием клавиши MENU. На странице 2 этого меню между сигналами двух каналов можно задать компенсацию задержки (DESKEW). Для активации компенсации следует нажать соответствующую функциональную клавишу. Компенсацию можно установить универсальной поворотной ручкой, или введя требуемое значение после активации виртуальной клавиатуры (клавиша KEYPAD в группе CURSOR/MENU).

Каждый аналоговый канал может быть задержан на время ± 32 нс. Данная регулировка используется для компенсации различных задержек сигналов пробников тока и напряжения, а также различных длин кабелей.

4.3 Ограничение ширины полосы и инверсия сигнала

Аналоговый 20 МГц ФНЧ может быть включен в тракт сигнала, как через сокращенное, так и через расширенное меню. Он способствует устранению высокочастотных помех. В сокращенном меню фильтр включается нажатием соответствующей функциональной клавиши (BWL). В расширенном меню управление ограничением полосы пропускания осуществляется функциональной клавишей BANDWIDTH. При ограниченной полосе пропускания фон информационного поля становится синим, а в окне информации о канале будут отображаться символы BW (на рис. 4.2 место отображения для канала 1 указано стрелкой).

Управление инверсией сигнала также доступно в сокращенном и расширенном меню. Если инверсия включена, то фон информационного поля будет синим, а над номером канала в окне информации о канале будет отображен значок инверсии (горизонтальная полоса над номером канала).

4.4 Выбор ослабления пробника

В осциллографах НМО1ХХ2 отсутствует автоматическое определение ослабления подключенного пробника. Это ослабление может быть установлено вручную в расширенном меню настройки канала. Такое ослабление может быть выбрано из предустановленных значений $\times 1$, $\times 10$, $\times 100$, $\times 1000$ или произвольно, используя универсальную поворотную ручку и экранную клавиатуру. Произвольные значения могут быть установлены в диапазоне от $\times 0.001$ до $\times 1000$.

Кроме того, если используется токовый пробник или измерения тока через шунт, можно выбрать в качестве единиц измерения Ампер. В случае выбора Ампер (А), в меню отобразятся наиболее распространенные коэффициенты (1В/А, 100мВ/А, 10мВ/А, 1мВ/А). И вновь могут быть выбраны любые пользовательские значения. Используя приведенные правила, всегда можно настроить измерение с правильным отображением единиц измерения и масштабом.

4.4.1 Компенсация пробников

Перед первым использованием, после длительного простоя прибора и после переподключения приборов или каналов необходимо провести регулировку пассивных пробников.

Процедуру компенсации пробников можно проводить с помощью помощника по компенсации, либо вручную. Для вызова помощника необходимо нажать клавишу SETUP в области GENERAL, а затем нажать функциональную клавишу PROBE COMP. Помощник компенсации поможет выполнить все важные этапы процедуры компенсации пробника. После подключения пробника можно выбрать соответствующий аналоговый канал с помощью функциональной клавиши CHANNEL 1 (CH1) или CHANNEL 2 (CH2). Прилагаемый наконечник пробника HZ154 позволяет отрегулировать параметры пробника для получения оптимальной прямоугольной формы сигнала. Компенсация проводится на частоте 1 кГц (НЧ) и 1 МГц (ВЧ).

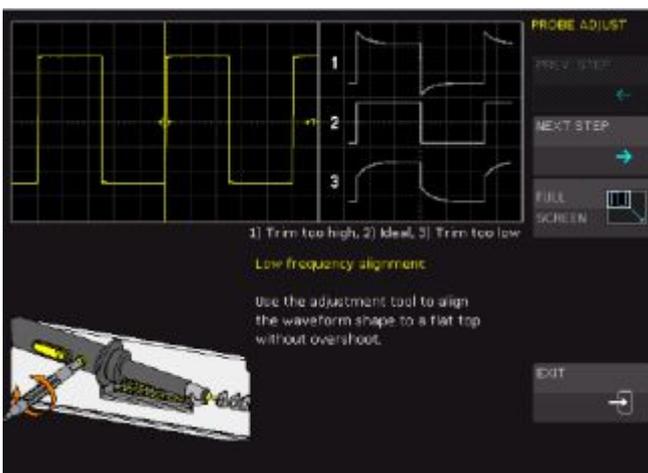


Рис. 4.3 – Окно помощника по компенсации пробника

Чтобы скрыть справочные сообщения помощника, можно использовать функциональную клавишу FULL SCREEN. Для перехода к ВЧ компенсации (1 МГц) необходимо выбрать пункт NEXT STEP. Если подключено несколько пробников, можно переключить канал с помощью функциональной клавиши NEXT CHANNEL. Для завершения работы с помощником

после успешной компенсации пробника можно использовать функцию EXIT.

Если необходимо выполнить процедуру компенсации пробника вручную (без использования помощника), можно выбрать меню UTIL на панели управления VERTICAL, затем нажать функциональную клавишу PATTERN GEN. в функциональном меню SQUARE WAVE (см. главу 10.2.1).

4.5 Установка порогового значения

На странице 2|2 в расширенном меню MENU области VERTICAL можно изменить настройку порогового значения THRESHOLD. Это порог определяет уровень определения высокого или низкого значения, если для анализа последовательных шин или логического запуска используются аналоговые каналы. После выбора этого пункта функционального меню можно задать порог с помощью универсальной поворотной ручки или экранной клавиатуры KEYPAD. С помощью функциональной клавиши HYSTERESIS можно задать область возле порогового уровня запуска. Если сигнал из-за шумового дрейбзга попадет в этот интервал и из-за этого превысит уровень запуска, события запуска не произойдет. С помощью клавиши FIND LEVEL проводится автоматический анализ сигнала и определяется подходящий уровень.

4.6 Назначение названия канала

Последний пункт NAME в меню VERTICAL открывает подменю, позволяющее ввести название канала. Это название будет отображаться на координатной сетке и при выводе на печать. В открывшемся подменю можно включить (ON) или отключить (OFF) отображение названия. В этом подменю также есть пункт LIBRARY. После выбора этого пункта можно использовать универсальную поворотную ручку для выбора одного из предлагаемых названий. Клавиша EDIT LABEL позволяет ввести полностью новое название или изменить один из предлагаемых вариантов. Можно ввести до 8 символов. С помощью клавиши ACCEPT можно подтвердить ввод названия в редакторе. После этого оно будет показано на экране. Название привязывается к конкретному сигналу и перемещается вместе с установленным значением смещения.

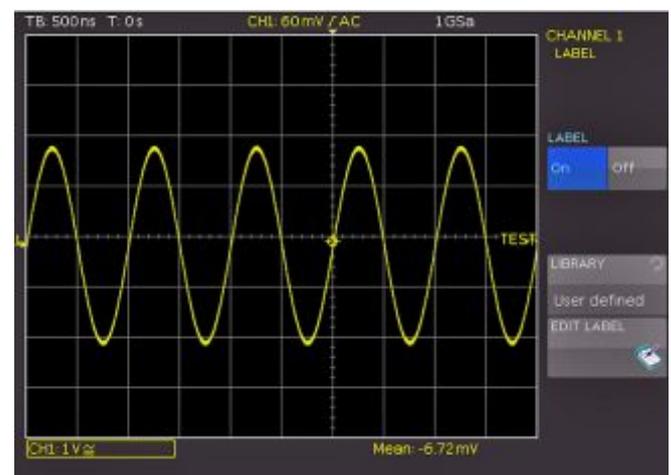


Рис. 4.4 – Выбор названия канала

5 Система горизонтального отклонения (развертка)

Система горизонтального отклонения включает в себя выбор скорости развертки для захвата сигнала, положения запуска развертки, функции масштабирования и доступные режимы захвата сигнала, а также управление функцией маркера и поиска сигнала. Поворотные ручки используются для регулировки скорости развертки и положения запуска. Режимы захвата сигнала выбираются в соответствующих меню. Для масштабирования используется специальная клавиша. Использование клавиш со стрелками ◀▶ [37], а также SET/CLR [38] позволяет выбирать функции курсоров.

5.1 Режимы захвата RUN и STOP

Режимы захвата могут быть выбраны клавишей RUN/STOP [39].

В режиме RUN сигналы отображаются непрерывно в зависимости от выбранных условий запуска; предыдущие захваченные сигналы удаляются при каждом новом захвате. Если необходимо сохранить и затем проанализировать сигнал, избежав его стирания, захват можно остановить нажатием клавиши RUN/STOP. В то же время, в режиме STOP захват последующих сигналов выключен, а клавиша подсвечивается красным цветом.

5.2 Регулировка развертки

Большая поворотная ручка TIME/DIV в области HORIZONTAL [43] панели управления используется для выбора скорости развертки. Скорость развертки отображается в верхнем левом углу экрана над масштабной сеткой (например, "ТВ:500 ns") Правее располагается индикатор момента запуска относительно положения по умолчанию. Положение запуска по умолчанию располагается в центре масштабной сетки так, что 50% отображения сигнала находится до и 50% после него.

Ручка POSITION [41] позволяет производить непрерывную регулировку смещения по оси X. Доступные максимальные значения смещения зависят от настройки скорости развертки. Нажатие клавиши SET/CLR сбрасывает установленное значение смещения в исходное положение. Клавиши со стрелками ◀▶ [37] позволяют изменять смещение по X на фиксированное значение в 5 делений в соответствующем направлении. Клавиша MENU [42] позволяет выбрать назначение клавиш со стрелками ◀▶ [37], а также клавиши SET/CLR. Как описывалось выше, эти клавиши позволяют либо производить установку смещения по оси X, либо устанавливать маркеры на произвольные события с возможностью последующей навигации между 8 такими маркерами. В подменю NUMERIC

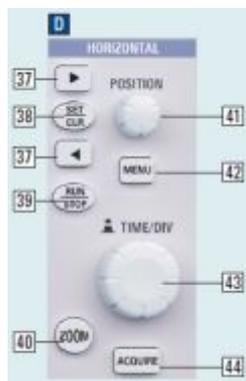


Рис. 5.1 – Панель управления системы горизонтального отклонения

INPUT можно установить произвольное положение по X.

Кроме того, меню, вызываемое клавишей [42], позволяет пользователю активировать и назначить функции для поиска сигналов. Также можно установить опорное значение времени нажатием функциональной клавиши TIME REFERENCE (т.е. положение момента запуска в диапазоне ± 6 делений от нулевого центрального значения по умолчанию)

5.3 Режимы сбора данных

Режимы сбора данных выбираются нажатием клавиши ACQUIRE [44], которая открывает экранное меню, содержащее настройки для следующих режимов сбора данных:

5.3.1 Режим ROLL

Данный режим особенно полезен для медленно меняющихся сигналов: сигнал медленно "течет" по экрану справа налево без синхронизации (частота сигналов должна быть ниже 200 кГц). Осциллографы НМО1XX2 используют в этом режиме циклический регистр для хранения данных. С некоторыми упрощениями, осциллограф производит запись первого участка сигнала в первый участок памяти, второго участка - во второй участок, и т.д. После того, как память заполняется, прибор записывает в первый участок памяти данные самого последнего участка сигнала. Это создает "кольцо" или рабочий цикл, похожий на бегущую строку.

В режиме ROLL функция масштабирования ZOOM недоступна.

5.3.2 Режим ARITHMETIC

Функциональная клавиша ARITHMETIC открывает доступ к соответствующему подменю, позволяющему выбрать следующие режимы сбора данных:

- **REFRESH (обновление):**
В данном режиме текущие сигналы захватываются и отображаются.
- **ENVELOPE (оггибающая):**
В данном режиме сигнал отображается также как в режиме REFRESH, но при этом также отображаются его минимальная и максимальная амплитуды, и, в результате, со временем будет видна оггибающая сигнала.
- **AVERAGE (усреднение):**
Действует только для периодических сигналов. Универсальная ручка в области CURSOR/MENU на передней панели используется для установки числа периодов сигнала для усреднения; используются значения 2 в степени от 2 до 256.
- **SMOOTH (сглаживание):**
Функция сглаживания используется для расчёта среднего значения из нескольких соседних точек последовательности. В результате получается сглаженная форма сигнала. Эта функция используется для непериодических сигналов.

– FILTER (фильтр):

В данном режиме пользователь может включить ФНЧ с возможностью выбора частоты среза для подавления ВЧ-составляющих. Частота среза зависит от частоты дискретизации. Минимальное значение составляет 1/100 частоты дискретизации, а максимальное значение – 1/4 частоты дискретизации. Настройка производится с помощью универсальной ручки.

5.3.3 Режим PEAK DETECT

Режим обнаружения пиков PEAK DETECT используется при очень высоких значениях скорости развертки для обнаружения (детектирования) самых коротких изменений сигнала. Эту функцию можно отключить в меню (OFF), либо выбрать режим автоматического переключения (AUTO).

Для включения режима PEAK DETECT должны быть выполнены следующие условия:

- Функция высокого разрешения HIGH RESOLUTION отключена
- Все последовательные и параллельные шины данных отключены

Во время обнаружения пиков осциллограф различает два режима:

■ Обнаружение пиков во время сбора данных:

Каждый АЦП работает с полной частотой дискретизации (режим чередования (INTERLACE) отключен), даже если результаты не были на такой частоте полностью записаны в память (например, при медленной скорости развертки). При включенном режиме обнаружения пиков не участвующие в отображении сигнала выборки АЦП используются для вычисления минимальных и максимальных значений. Полученные в результате минимальные и максимальные значения, а также интервал дискретизации, записываются в память. В итоге в памяти сохраняются пары данных, представляющие сигнальную последовательность в соответствии с интервалом дискретизации. Длительность наименьшего различимого импульса равняется периоду максимальной частоты дискретизации (режим INTERLACE отключен). Этот режим называется обнаружением пиков во время сбора данных.

■ Обнаружение пиков в памяти:

Аппаратное обнаружение пиков недоступно, если данные записываются в память на максимальной частоте дискретизации АЦП. Для медленных скоростей разверток и установленных режимов записи автоматического (AUTOMATIC) или с максимальной оцифровкой сигнала (MA.WFM.RATE), не все записанные в память данные отображаются на экране. При считывании из памяти данных с активированным режимом обнаружения пиков, пропущенные данные используются для формирования максимальных и минимальных значений. Самый короткий различимый импульс равняется периоду частоты дискретизации, с которой данные записываются в память. Этот режим называется обнаружением пиков в памяти.

Если используется один или оба режима обнаружения пиков, соответствующий режим детектирования будет

отмечен надписью "PD" в верхней правой части экрана.

5.3.4 Режим HIGH RESOLUTION

Режим высокого разрешения High Resolution использует схему усреднения с узкополосным фильтром для соседних измеренных точек (например, если преобразователь работает на максимальной частоте дискретизации) для повышения разрешения по вертикали до 10 бит. Эту функцию можно отключить в меню (OFF), либо выбрать режим автоматического переключения (AUTO).

Усреднение по нескольким смежным выборкам позволяет получить данные с более высокой точностью, чем входные данные. Итоговые данные называются данными высокого разрешения. Процедура использования нескольких выборок для получения одного значения доступна только на частотах, которые меньше, чем максимальное значение частоты дискретизации. Если включен режим HIGH RESOLUTION и текущие настройки прибора позволяют его использовать, этот режим будет отмечен надписью "HR" в верхней правой части экрана.

Для включения режима HIGH RESOLUTION должны быть выполнены следующие условия:

- Частота дискретизации меньше максимально возможной (режим Interlace отключен)
- Обнаружение пиков отключено
- Логические каналы отключены
- Все последовательные и параллельные шины отключены

По умолчанию все перечисленные выше функции отключены.

5.3.5 Режим INTERPOLATION

Подменю INTERPOLATION позволяет произвести выбор типа интерполяции для отображения полученных точек данных: SinX/X, линейная или удержание отсчета. Стандартной настройкой является SinX/X, т.к. она является оптимальной для аналоговых сигналов. При линейной (LINEAR) интерполяции для соединения двух точек используется прямая линия.

При использовании интерполяции вида удержания отсчета (SAMPLE-HOLD) возможно точное изучение положения точек полученных данных в пределах сигнала.

5.3.6 Режим RECORD

Соответствующий пункт функционального меню Record Mode содержит следующие режимы:

5.3.6.1 Режим MAX.WFM.-RATE

Данный режим позволяет выбрать объем памяти и частоту дискретизации, обеспечивающие максимальную частоту срабатывания запуска. При использовании режима MAX. WAVEFORM RATE, осциллограф настроен на отображение с максимальной скоростью захвата. В каждом столбце сигнального окна отображаются захваченные данные. При включении поиска пиков в каждом столбце отображается пара мин./макс. значений. Осциллограф отображает окно сигнала разрешением

600x400 пикселей (без масштабирования). При этом получается 600 точек данных на выборку. При включении поиска пиков отображается 600 пар мин./макс. значений или 1200 точек данных. Объем памяти вычисляется как минимум отображаемого временного окна (развертка x количество делений сетки в горизонтальном направлении), умноженному на текущую частоту дискретизации. Минимальное значение определяется максимальной частотой дискретизации и максимальной частотой повторения сигнала осциллографа. Отображаемое значение частоты дискретизации соответствует текущей частоте дискретизации, поделенной на число данных, не считанных из памяти. При включении поиска пиков отображаемое значение частоты дискретизации соответствует текущей частоте дискретизации.

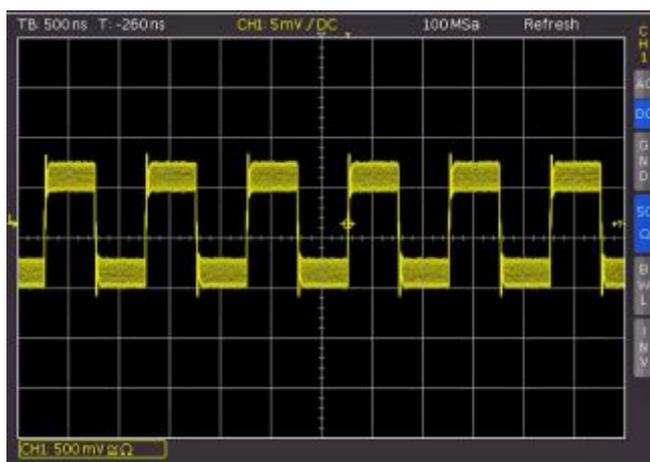


Рис. 5.2 – Амплитудно-модулированный сигнал с максимальной частотой повторения

5.3.6.2 MAX.SA.RATE

При активации этого режима прибор всегда устанавливает максимальную частоту дискретизации для использования максимально доступного объема памяти. Режим MAX. SAMPLE RATE всегда использует максимальную частоту дискретизации и отображает максимальное количество данных. Каждый столбец на сигнальном экране отображает до 40 захваченных значений данных (что ограничено быстродействием процессора). Текущее количество отображаемых данных зависит от временного окна и текущей частоты дискретизации. При включении обнаружения пиков каждый столбец отображает до 20 пар мин./макс. значений. Объем памяти всегда соответствует максимальному. Отображаемое значение частоты дискретизации соответствует текущей частоте дискретизации. Обнаружение пиков применяется, если отображаемое временное окно содержит более 40 x (число столбцов сигнального экрана) в памяти или мин./макс. данных в памяти.

Если используется максимальная частота дискретизации, полная память осциллографа может быть считана только в режиме STOP.

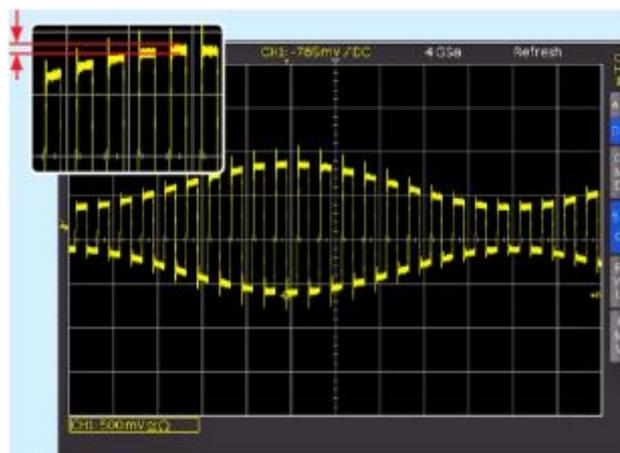


Рис. 5.3 – Амплитудно-модулированный сигнал с максимальной частотой дискретизации

5.3.6.3 AUTOMATIK:

Данный режим используется по умолчанию и является лучшим компромиссом выбора объема памяти между максимальной скоростью повторения и максимальной частотой дискретизации. Каждый столбец на сигнальном экране отображает до 10 захваченных значений данных. Текущее количество отображаемых данных зависит от временного окна и текущей частоты дискретизации. При включении обнаружения пиков каждый столбец отображает до 5 пар мин./макс. значений. Объем памяти как минимум в два раза больше, чем значение, установленное для максимальной скорости повторения (что ограничено максимальным объемом памяти). Отображаемое значение частоты дискретизации соответствует текущей частоте дискретизации, поделенной на число данных, не считанных из памяти. При включении режима обнаружения пиков отображаемое значение частоты дискретизации соответствует текущей частоте дискретизации.

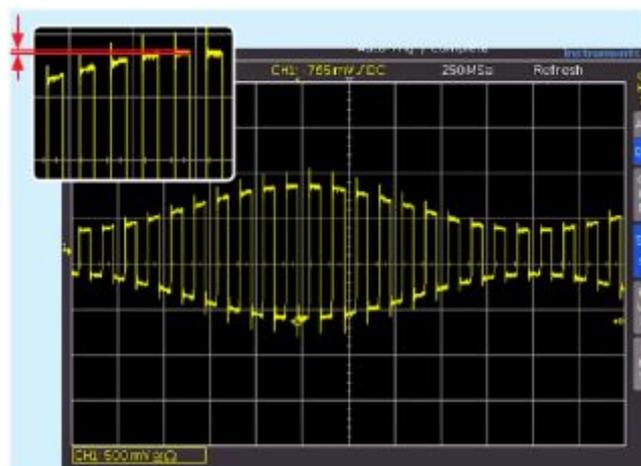


Рис. 5.4 – Амплитудно-модулированный сигнал с автоматическими настройками

Все настройки используют одинаковую частоту дискретизации (частоту записи в память). В режиме STOP также имеется возможность изменять режим отображения. Это не влияет на текущий объем памяти, но число отображаемых данных изменится. Обнаружение пиков также включается в режиме STOP (развертка в микросекундах). В режиме развертки, отображающем каждый отсчет, все три режима работают одинаково (но не объем используемой

Таблица 5.1 – Преимущества и недостатки каждого режима.

Режим	Преимущества	Недостатки	Применение
Maximum waveform rate: (максимальная частота захвата сигналов)	<ul style="list-style-type: none"> Множество захватов в одном кадре Редкие события можно обнаружить быстрее при использовании функции послесвечения Быстрый отклик на операции или изменения в сигнале Полоса с низким уровнем шума 	<ul style="list-style-type: none"> Высокая вероятность искажения Низкая точность на мелких деталях Низкая точность измерений из-за сниженного количества данных 	<ul style="list-style-type: none"> Поиск редких событий Отображение модулированных сигналов
Maximum sample rate (максимальная частота дискретизации)	<ul style="list-style-type: none"> Максимальная точность на мелких деталях Наименьшая вероятность сглаживания Высокая точность измерений 	<ul style="list-style-type: none"> Медленный отклик на операции или изменения в сигнале Низкая скорость обновления сигнала Более четкое отображение шума 	<ul style="list-style-type: none"> Для сигналов с высокочастотным спектром Выделение мелких деталей сигнала
Automatic: (автоматический)	<ul style="list-style-type: none"> Средняя частота обновления сигнала Достаточно плавная работа Хорошая точность измерений Полоса с низким уровнем шума 	<ul style="list-style-type: none"> Вероятность искажения 	<ul style="list-style-type: none"> Стандартное использование

памяти и частота обновления сигнала). В таблице 5.1 перечислены преимущества и недостатки каждого режима.

Наконец, необходимо упомянуть, что это меню служит заменой регулируемому объему памяти, обычному решению для других производителей осциллографов. Регулируемый объем памяти позволяет пользователю понять взаимосвязь между объемом памяти, разверткой и частотой дискретизации и оценить преимущества и недостатки. При использовании этой функции осциллограф всегда захватывает сигнал с максимальной частотой дискретизации. Это позволяет пользователям в режиме STOP увеличивать сигнал в ретроспективе, даже с максимальной частотой повторения. Также возможно уменьшать сигнал при максимальной частоте повторения, если режим STOP был активирован на быстрых развертках. В случае если (как у других производителей) высокая частота повторения может быть достигнута только при небольшом объеме памяти, практически невозможно проводить ретроспективное увеличение в режиме STOP.

5.4 Режим чередования INTERLACE

В режиме чередования (INTERLACE) АЦП и память двух каналов объединяются. Это позволяет удвоить частоту дискретизации и объем памяти. Канал считается активным, даже если он был отключен во время работы, но продолжает использоваться в качестве источника запуска. Если канал активирован, подсвечивается соответствующий светодиод возле входного разъема. Для включения режима INTERLACE должны быть выполнены следующие условия:

- Логические каналы отключены
- Все последовательные и параллельные шины отключены
- Логический запуск отключен

Режим INTERLACE активируется автоматически.

5.5 Функция масштабирования ZOOM

Осциллографы НМО1052, НМО1072 и НМО1102 оснащены памятью объемом 1 Мб на канал, а осциллографы НМО1212, НМО1222 и НМО1232 – памятью объемом 2 Мб на канал. Это позволяет записывать длинные сложные сигналы, которые могут быть подробно проанализированы с помощью функции масштабирования ZOOM. Для включения данной функции следует нажать клавишу ZOOM [40]. Экран будет разделен на два окна: в верхнем окне отобразится полная развертка; в нижнем будет показана его увеличенная часть. Увеличенная часть будет обозначена на верхнем изображении двумя синими курсорами. При многоканальном отображении все каналы будут увеличены на одинаковый коэффициент и на том же участке.

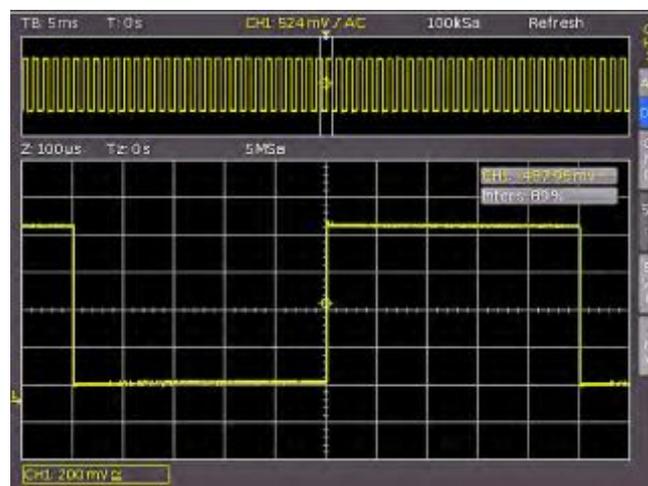


Рис. 5.5 – Функция масштабирования ZOOM

На рис. 5.5 сигнал был записан в течение 12 мс, окно масштабирования показано с временной шкалой 100 мкс/дел. Индикация скорости развертки в верхнем левом углу выводится на сером фоне, индикация масштабирования развертки выводится белым цветом. Это означает, что большая поворотная ручка в меню системы горизонтального отклонения теперь может быть использована для изменения коэффициента масштабирования. Данная ручка также может быть нажата; в этом случае индикация развертки станет белой, а индикация коэффициента масштабирования развертки серым: теперь ручка доступна для изменения настроек развертки. В результате, можно изменять настройки развертки, не

выходя из режима масштабирования. При повторном нажатии ручки курсоры, ограничивающие область масштабирования, будут выделены белым цветом, а ручка позволит изменить область масштабирования. Положение масштабируемой области может сдвигаться в пределах всего сигнала с помощью малой ручки из области HORIZONTAL передней панели. Если нажатие большой поворотной ручки, как описано выше, повлияет на настройки развертки, а не на коэффициент масштабирования, то малой ручке возвращаются функции сдвига положения запуска, поэтому соотношение времен предзапуска и постзапуска может измениться.

В режиме ROLL функция ZOOM недоступна.

В режиме сбора ROLL невозможно масштабировать сигнал в памяти, так как значения сигнала по оси X всегда захватываются с максимальным объемом памяти. Режим сбора REFRESH всегда содержит больше отсчетов в памяти, чем может быть отображено на экране. Поэтому в данном режиме имеется возможность масштабировать сигнал в памяти. Это не применимо к значениям по оси Y (амплитуде). Эти значения используются для конкретной оси и поэтому также могут масштабироваться в режиме ROLL.

5.6 Функция навигации

Функция X-POS. (клавиша MENU в области HORIZONTAL) позволяет легко изменить время запуска, указав его вручную. Функциональные клавиши позволяют установить время запуска, например, в минимальное или максимальное значение. С помощью функциональной клавиши TIME REFERENCE можно задать точку на сигнальном экране, которая будет считаться нулевой ("0"). Сигнал масштабируется относительно этой опорной точки. Для выбора требуемой установки можно использовать универсальную поворотную ручку в области CURSOR/MENU.

5.7 Функция маркера

Маркеры позволяют выделить определенный участок на экране, например, фронт или спад, аномалию в сигнале или результат поиска. Маркеры можно использовать для указания масштабируемых участков сигнала или для более детального анализа данных.

Для доступа к функции маркера нажать клавишу MENU в области HORIZONTAL передней панели, затем выбрать функциональное меню TIME MARKER. Если данный режим включен, то временной маркер может быть задан нажатием клавиши SET/CLR на 6-й единице времени (если меню выключено, будет использован центр масштабной сетки). Маркеры определяются по серо-синей вертикальной линии. Теперь кривая может быть сдвинута с помощью ручки управления положением, установка маркера будет происходить вдоль кривой. В случае обнаружения другой интересующей точки, после сдвига точки к центру масштабной сетки может быть установлен другой маркер. Таким образом, может быть выделено до 8 интересующих пользователя точек. Нажатием одной из клавиш со стрелками [37], следующий маркер слева или справа от центра будет сдвинут к центру. Для удаления маркера следует сдвинуть его в центр и нажать клавишу SET/CLR. После нажатия клавиши MENU в области HORIZONTAL передней панели все маркеры могут быть удалены нажатием соответствующей функциональной клавиши.

Путем центрирования маркеров клавишами со стрелками можно просто и очень быстро производить сравнение участков сигналов, отмеченных в режиме масштабирования ZOOM.

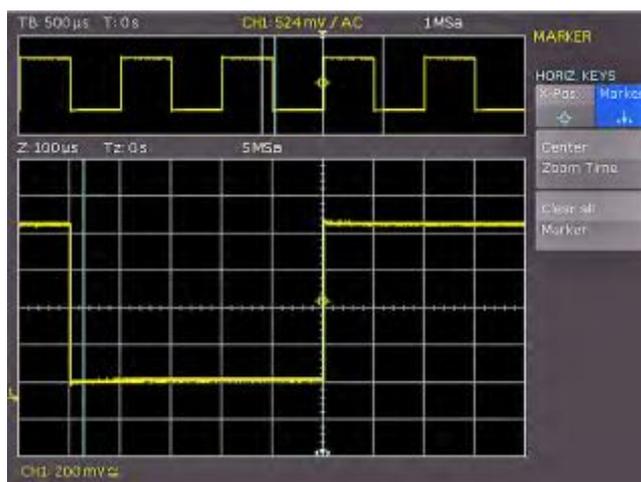
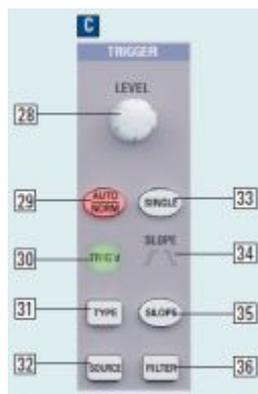


Рис. 5.6 – Маркер в режиме масштабирования

6 Система запуска (синхронизации)

Рис. 6.1 – Область управления системой запуска (синхронизации) на передней панели



Для часто используемых функций предназначены четыре клавиши:

- **TYPE:** выбирает тип запуска: SLOPE, PULSE, LOGIC, VIDEO и B-TRIGGER.
- **SLOPE:** выбирает направление перепада.
- **SOURCE:** открывает меню для выбора источника запуска.
- **FILTER:** открывает меню для выбранного типа запуска для выбора точных условий запуска.

Для выбора режимов запуска имеются дополнительные клавиши: (AUTO, NORMAL, SINGLE).

6.1 Режимы запуска Auto, Normal, Single

Основные режимы запуска выбираются напрямую клавишей AUTO/NORM [29]. В режиме AUTO клавиша не подсвечивается. Если клавиша нажата, она будет гореть красным, указывая на режим NORMAL. Осциллограф всегда отображает сигнал в режиме AUTO, и сигнал на экране будет стабилизирован, если он удовлетворяет условиям запуска. В случае если сигнал не удовлетворяет условиям запуска, осциллограф сам автоматически создает событие запуска. Это позволяет наблюдать входной сигнал постоянно, вне зависимости от условий запуска.

В режиме NORMAL сигнал отображается, если выполнены условия запуска, если же это не так, то на экране остается отображение последнего стабильного запуска.

Если необходимо записать сигнал, который отвечает условиям запуска только один раз, необходимо нажать клавишу SINGLE [33], она будет подсвечена белым цветом.

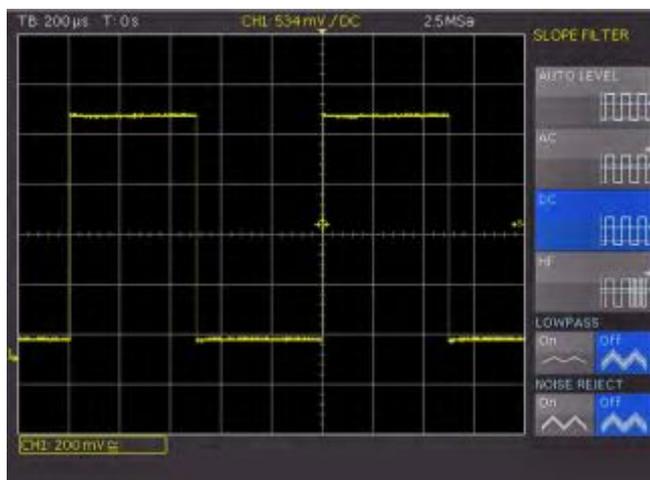


Рис. 6.2 – Режимы связи с запуском по фронту

Это означает, что включен режим однократного запуска, клавиша RUN/STOP [39] начнет мигать. Следующее событие удовлетворения сигналом условия запуска приведет к однократному захвату, после чего осциллограф переходит в режим STOP, который индицируется клавишей RUN/STOP, подсвеченной красным цветом.

6.2 Источники запуска

Источниками запуска являются 2 аналоговых канала, а также вход внешнего запуска. Если подсоединен опциональный логический пробник HO3508 с 8 логическими каналами, то цифровые каналы могут также служить источниками запуска. Функциональная клавиша меню AC LINE позволяет использовать в качестве источника запуска частоту питающей сети питания.

6.3 Виды синхронизации

Выбор источника запуска может быть произведен с помощью нажатия клавиши TYPE [31] в области TRIGGER. Откроется соответствующее подменю.

6.3.1 Запуск по фронту

Наиболее простой и наиболее часто используемый тип запуска – это запуск по фронту сигнала, этот тип запуска выбран в функции автонастройки AUTOSETUP. Событие запуска происходит в том случае, если тип фронта, установленный клавишей SLOPE [35], появится в сигнале канала, выбранного в качестве источника запуска. Нажатие клавиши AUTOSETUP изменит любой ранее выбранный тип запуска на запуск по фронту. Если запуск по фронту EDGE не выбран (синий фон отсутствует), то при нажатии соответствующей функциональной клавиши тип запуска изменится на запуск по фронту. Клавиша SLOPE используется для переключения между передним (положительный перепад), задним (отрицательный перепад) или обоими фронтами. В середине строки состояния, вверху по центру над масштабной сеткой, показывается выбранный тип запуска; кроме того выбранный тип запуска показывается индикаторами [34]. Если нажата клавиша FILTER, то откроется соответствующее меню, и будут доступны варианты выбора связи для сигнала запуска:

AUTO LEVEL: Автоматическая установка фильтра (используется по умолчанию)

AC: Сигнал запуска проходит через ФВЧ с частотой среза 5 Гц, который подавляет постоянную составляющую, присутствующую в сигнале запуска. При этом вне зависимости от изменения постоянной составляющей в сигнале запуска, уровень запуска по переменной составляющей сигнала остается неизменным. Режим запуска AUTO включает в себя режим Peak-Peak, который устанавливает пределы для уровня запуска в сигнале переменного тока. Установленный таким образом режим означает, что условиям запуска будет удовлетворять любой входной сигнал вне зависимости от его уровня. Для режима запуска NORM, режим Peak-Peak отключается, позволяя уровню запуска быть сдвинутым за пределы сигнала.

- DC:** Сигнал запуска используется вместе с постоянной составляющей.
- HF:** Сигнал запуска проходит через ФВЧ с частотой среза 30 кГц и автоматически ограничивается при режиме запуска NORM. Уровень запуска более не регулируется. Данный режим следует использовать только с сигналами очень высокой частоты.
- LOWPASS:** Сигнал запуска проходит через ФНЧ с частотой среза 5 кГц. Этот фильтр удаляет из сигнала высокие частоты и может работать со связью по переменному и постоянному току.
- NOISE REDUCTION:** Сигнал запуска проходит через ФНЧ с частотой среза 100 МГц, убирающий помехи более высоких частот.

Режимы связи LOW PASS и NOISE REDUCTION не могут быть выбраны одновременно.

6.3.2 Запуск по импульсу

Запуск по импульсу позволяет производить запуск по положительным или отрицательным импульсам определенной длительности (ширины) или их диапазону. Событие запуска происходит в том случае, если в сигнале канала, выбранного в качестве источника, появляется импульс, удовлетворяющий параметрам, выбранным в меню FILTER. Запуск по импульсу выбирается нажатием клавиши TYPE [31] и соответствующей функциональной клавиши PULSE. Дополнительные настройки доступны в функциональном меню после нажатия клавиши FILTER [36].

Имеется 6 вариантов установки:

- ti > t:** Ширина импульса, приводящего к запуску осциллографа импульса t_i больше заданного значения ширины t .
- ti < t:** Ширина запускающего импульса t_i меньше заданной ширины t .
- ti = t:** Ширина запускающего импульса t_i равна заданной ширине t . Ширина задается как значение с допуском.
- ti ≠ t:** Ширина запускающего импульса t_i не равна заданной ширине t . Ширина задается как значение с допуском.
- t1 < ti < t2:** Ширина запускающего импульса t_i меньше заданной ширины t_2 и больше заданной ширины t_1 .
- not(t1 < ti < t2):** Ширина запускающего импульса t_i больше заданной ширины t_2 и меньше заданной ширины t_1 .

Заданное значение ширины импульса может быть установлено в диапазоне от 16 нс до 10 с. Разрешение установки 2 нс в поддиапазоне до 1 мс, свыше 1 мс разрешение установки 1 мкс. Допуск к установленному значению может меняться от ±8 нс до ±675,5 мкс с шагом 8 нс.

Ширину импульса и допуск можно задать с помощью универсальной поворотной ручки или экранной клавиатуры KEYPAD в области CURSOR/MENU. Выбором соответствующих пунктов функционального меню можно задать любые из этих настроек для положительных (POS.) или отрицательных импульсов (NEG.). Для соответствующих положительных импульсов задается ширина от фронта до спада, а для отрицательных – от спада до фронта. Запуск

всегда происходит в момент второго перепада импульса, что следует из принципа работы такого режима синхронизации.

6.3.3 Запуск по логическим каналам

Все настройки могут быть протестированы без подключения логических пробников.

При выборе логического запуска LOGIC в функциональном меню после нажатия клавиши TYPE в качестве источника запуска будут использоваться цифровые логические входы. Если теперь нажать клавишу SOURCE, то откроется функциональное меню, содержащее дополнительные настройки и окно индикации (см. рис. 6.3).

Верхняя функциональная клавиша LOGIC CHANNEL используется для предварительного выбора логического канала, в котором требуется задать условие запуска. Условие задается с помощью универсальной поворотной ручки. Выбранный цифровой вход будет выделен синим фоном в главном меню; в поле будет показан уровень запуска (высокий H, низкий L или любой X). Выбор логического уровня производится соответствующей клавишей функционального меню. Выбранный уровень также будет выделен синим фоном в функциональном меню. Другой функциональной клавишей (COMBINATION) выбирается логическая комбинация цифровых логических входов; они могут быть объединены логическими операциями И (AND), ИЛИ (OR). Если выбрана операция AND, то оба условия должны выполняться одновременно, чтобы в результате получить высокий уровень H. Если выбрана операция OR, то должны выполняться хотя бы одно из условий. Последний пункт в данном меню называется TRIGGER ON. С помощью функциональной клавиши меню можно выбрать значения TRUE или FALSE. Эти значения определяют, будет ли производиться запуск в начале (TRUE) или в конце (FALSE) логического условия.

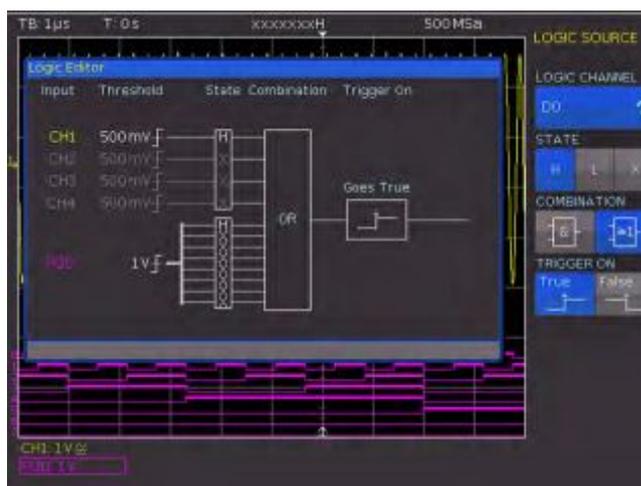


Рис. 6.3 – Меню запуска по логическим каналам

После выбора требуемого набора условий можно нажать клавишу FILTER [36] для доступа к дополнительным настройкам. После чего откроется функциональное меню, которое позволяет ограничить условие запуска TRUE по времени (в данном меню появится то условие, которое выбрано в меню SOURCE). Временной предел можно добавить нажатием верхней клавиши функционального меню DURATION (длительность). Эта функция сравнивает

длительность скомбинированного из нескольких сигналов выходного сигнала, удовлетворяющего условиям запуска t_i . По аналогии с запуском по импульсу, можно установить допуск длительности Δt . Критерий запуска выбирается соответствующей функциональной клавишей в расположенном ниже поле меню.

Доступны следующие критерии для выбора:

$t_i \neq t$: Длительность выходной последовательности, приводящей к запуску осциллографа, не равна заданному значению времени.

$t_i = t$: Длительность запускающей последовательности равна заданному значению времени.

$t_i < t$: Длительность запускающей последовательности меньше заданного значения времени.

$t_i > t$: Длительность запускающей последовательности больше заданного значения времени.

$t_1 < t_i < t_2$: Длительность запускающей последовательности меньше, чем заданное значение t_2 и больше, чем заданное значение t_1 .

$\text{not}(t_1 < t_i < t_2)$: Длительность запускающей последовательности больше, чем заданное значение t_2 и меньше, чем заданное значение t_1 .

Timeout: Запуск производится, если логическая комбинация сохраняется после истечения заданного значения времени t . Значение t определяет предел времени ожидания.

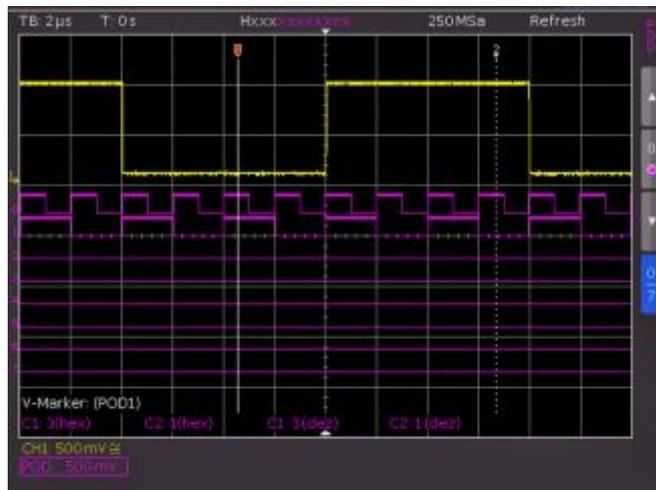


Рис. 6.4 – Экран настройки логических каналов

Аналогично процедуре запуска по импульсу заданное значение времени при $t_i \neq t$ и $t_i = t$ регулируется вращением универсальной поворотной ручки после нажатия функциональной клавиши TIME. При выборе функции DEVIATION универсальная ручка и экранная клавиатура позволяют задать допустимый интервал. Если был выбран критерий $t_i < t$ или $t_i > t$, то может быть задан только один предел. Нажатием соответствующей функциональной клавиши и вращением универсальной ручки могут быть заданы оба критерия с двумя заданными значениями (t_1 и t_2).

Если требуется изменить уровни логической единицы ONE или логического нуля ZERO, необходимо вызвать меню канала (нажав клавишу MENU в области VERTICAL). Выбрать пробник POD нажатием клавиши

24. Если логический режим был уже выбран, то появятся цифровые логические каналы, а на экране в разделе информации канала будет показано обрамленное сообщение: "POD:xxxV". Нажатие клавиши MENU в области VERTICAL на передней панели прибора позволяет выбрать один из 5 предварительно заданных логических уровней. Три из них зафиксированы для ТТЛ (TTL), КМОП (CMOS) и ЭСЛ (ECL), два определяются пользователем (USER1/USER2) и могут быть заданы в диапазоне от -2 до $+8$ В с помощью универсальной поворотной ручки или экранной клавиатуры после нажатия соответствующей клавиши.

Функциональная клавиша SET TO DEFAULT POS. & SIZE включает отображение всех цифровых каналов выбранной группы, используя стандартные значения для вертикального положения и размера. Можно также задать название текущего сигнала с помощью функциональной клавиши NAME. Библиотека содержит список предопределенных названий. Название можно включить, отключить или отредактировать.

6.3.4 Запуск по видеосигналу

Запуск по видеосигналу позволяет производить синхронизацию по стандартным видеосигналам PAL, NTSC, SECAM или по сигналам HDTV. Выбрать данный режим можно нажатием клавиши TYPE в области управления запуском на передней панели. Источник опять выбирается после нажатия клавиши SOURCE 32. Все дальнейшие настройки могут быть проведены в меню, которое открывается после нажатия клавиши FILTER 36.

Осциллограф запустится, если видеосигнал, выбранный в пункте меню SOURCE, будет удовлетворять условиям, заданным в меню FILTER. Сначала необходимо выбрать ТВ-стандарт нажатием соответствующей функциональной клавиши STANDARD. Используя универсальную ручку или вновь нажав функциональную клавишу, выбрать нужный стандарт. Доступны следующие режимы:

PAL

NTSC

SECAM

PAL-M

SDTV 576i

Чересстрочная развертка

HDTV 720p

Прогрессивная (построчная) развертка

HDTV 1080p

Прогрессивная (построчная) развертка

HDTV 1080i

Чересстрочная развертка

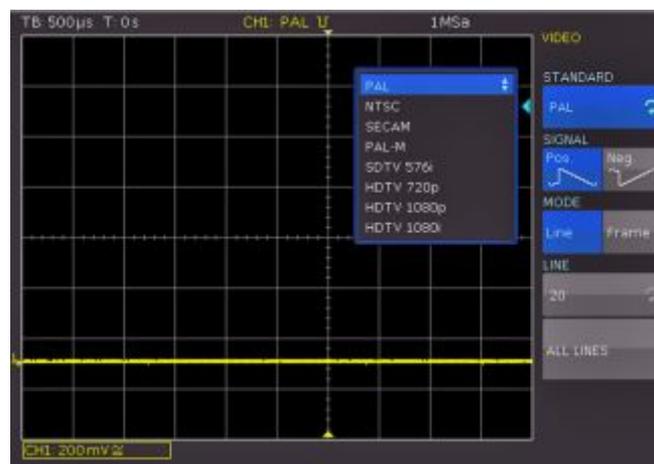


Рис. 6.5 – Меню запуска по видеосигналу

Следующая настройка определит полярность сигнала синхронизации (положительная или отрицательная). При положительной видеомодуляции (наивысшая яркость изображения представляется максимальным напряжением сигнала), импульсы синхронизации отрицательны, при отрицательной модуляции они положительны. Наклоны импульсов синхронизации, используемые для запуска, объясняют, почему неверно установленная полярность вызывает нестабильный запуск посредством информации в изображении.

Далее может быть выбран режим синхронизации по строкам (LINE) или кадрам (FRAME). Если был выбран режим LINE, то с помощью универсальной ручки или экранной клавиатуры может быть выбран точный номер требуемой строки (от 1 до 625); выбор активируется нажатием функциональной клавиши номера строки. Пункта меню ALL LINES (все строки) позволяет осциллографу запускаться по началу строк в видеосигнале, даже если остальные условия запуска выполняются. Если выбран режим FRAME, то нижеследующие пункты меню позволяют выполнять настройку запуска только по четным ODD или нечетным EVEN полукадрам.

6.3.5 Время удержания запуска

Время удержания запуска показывает, как долго после срабатывания запуска осциллограф будет ждать новую готовность системы запуска. Система запуска активируется снова только после истечения времени ожидания запуска. Это позволяет обеспечить стабильный запуск при срабатывании в присутствии нежелательных событий. В идеале, время удержания используется для запуска периодических сигналов с несколькими перепадами.

Изменение развертки не влияет на выбранное время удержания.

HOLD OFF – это двойная функциональная клавиша. Если активна верхняя часть функциональной клавиши (выделена синим цветом), значение можно задать в области CURSOR/MENU с помощью универсальной поворотной ручки или численно с помощью кнопки KEYPAD. Можно задать любое значение в интервале от 50 нс до 10 с. Нижняя часть функциональной

клавиши OFF (выделена синим) позволяет отключить функцию HOLD OFF

6.4 События запуска

На странице 2 меню UTIL, вызываемом нажатием одноименной клавиши в области VERTICAL панели управления, можно выбрать функциональную клавишу ACQ. TRIGGER EV. для вывода импульса на разъем AUX OUT для каждого события запуска (ISSUING THE TRIGGER FREQUENCY).

6.5 Внешний запуск

В меню, доступном при нажатии клавиши POD [24] можно произвести настройку входа внешнего запуска. В этом меню пользователь может как включить, так и отключить работу системы внешнего запуска (с помощью функциональной клавиши EXT). Если внешний запуск активен, настройки его работы могут быть произведены в меню, вызываемом клавишей MENU [21] в области VERTICAL. Используя клавишу функционального меню EXT. THRESHOLD (уровень внешнего запуска), может быть установлен уровень срабатывания внешней синхронизации. Внешний запуск может быть использован, например, для анализа последовательных шин данных (сигнал внешнего запуска отображается зеленой линией)

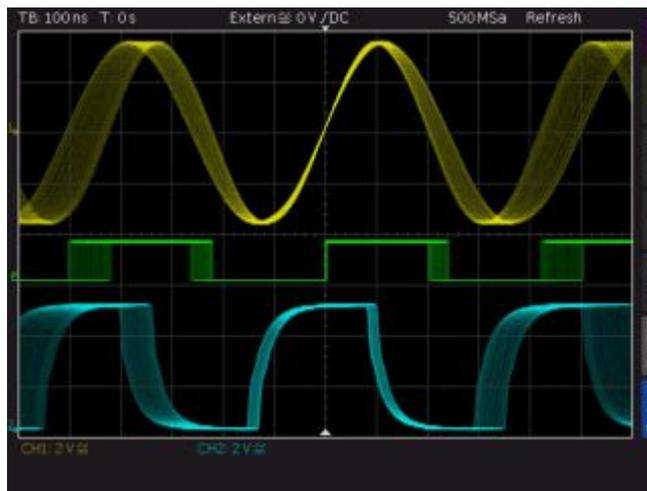


Рис. 6.6 – Сигнал внешнего запуска.

7 Отображение сигналов

В следующей главе описывается выбор и отображение сигналов от различных источников, а также доступные режимы отображения.

7.1 Настройки отображения

Осциллографы оснащены TFT - VGA дисплеем высокого качества (разрешение 640 x 480 пикселей) со светодиодной подсветкой. Основные настройки становятся доступными в меню, которые открываются нажатием клавиши DISPLAY в области GENERAL на передней панели. Если включен пункт меню SCROLL MODE, то справа от масштабной сетки появится полоса прокрутки; станет доступным виртуальное окно отображения с 20 делениями, которое можно сдвинуть вверх или вниз универсальной ручкой. Подробное описание приведено в следующей главе.

На первой странице находятся следующие пункты меню:

DOTS ONLY:

Соответствующая клавиша функционального меню позволяет переключаться между включенным (ON) и выключенным (OFF) состоянием функции. Если состояние ON, то в виде точек будут показаны только захваченные отсчеты. Если состояние OFF, то также будут показаны и интерполированные точки.

INVERSE BRIGHTN.:

Соответствующая клавиша функционального меню позволяет переключаться между включенным (ON) и выключенным (OFF) состоянием функции. Если состояние ON, то точки, появляющиеся чаще, будут изображены более темными. Если состояние OFF, они будут более светлыми. Для захвата редких событий в сигнале, эта установка может применяться совместно с функцией послесвечения.

FALSE COLOURS:

При нажатии этой функциональной клавиши цвет отображения точек распределится (от синего через фиолетовый, красный и желтый к белому) в зависимости от числа появляющихся точек. Благодаря высокой контрастности изображения пользователь сможет легче различать сигналы. Эта установка применяется одновременно ко всем сигналам.

GRID:

Если выбран данный пункт меню, то открывающееся подменю позволит выбрать:

- **LINES:**
Масштабная сетка поделена на горизонтальные и вертикальные деления.
- **CENTER CROSS:**
На экране только одна центральная вертикальная линия и одна центральная горизонтальная; деления помечены точками.
- **OFF:** Экран будет пустым.

INFO WINDOW:

Если выбран данный пункт меню, откроется подменю, которое позволяет изменять прозрачность информационных окон (например, для индикации изменений смещения) от 0 до 100%. Регулировка производится универсальной ручкой или с помощью виртуальной клавиатуры. Информационные окна POSITION (положение) и TRACE BRIGHTN. (яркость развертки) могут быть включены или выключены, если выбраны соответствующие им меню. Если активирована регулировка положения луча, и положение развертки изменяется, соответствующее значение будет отображаться на нулевой линии. В зависимости от выбранного режима синхронизации, пользователь видит

информацию о состоянии системы сбора данных. Эта информация отображается только в том случае, если период послесвечения сигнала на экране занимает длительное время. Если условия для запуска развертки были выполнены, информационное окно показывает процесс выполнения предзапуска и постзапуска. В случае если условия для запуска не выполняются, информационное окно показывает время, прошедшее с момента последнего запуска и символы "Trig?". Если выбран режим синхронизации AUTO, и отсутствуют события запуска, осциллограф переключится в режим несинхронизированного сбора данных. В этом режиме информационное окно не показывается, в то же время, захваченные данные отображаются.

AUX. CURSORS:

При нажатии соответствующей функциональной клавиши откроется подменю, которое позволяет включать или выключать вспомогательные курсоры для уровня запуска, времени запуска, а также каналные курсоры. Пункт меню DEFAULTS (установки по умолчанию) сбрасывает все произведенные настройки.

7.2 Использование виртуального экрана

Масштабная сетка осциллографа имеет 8 делений по вертикали, но при этом существует виртуальный диапазон в 20 делений. Эти деления могут быть использованы 8 цифровыми каналами (от D0 до D7), математическими функциями и опорными сигналами. Аналоговые каналы могут использовать не более ± 10 делений от центра.

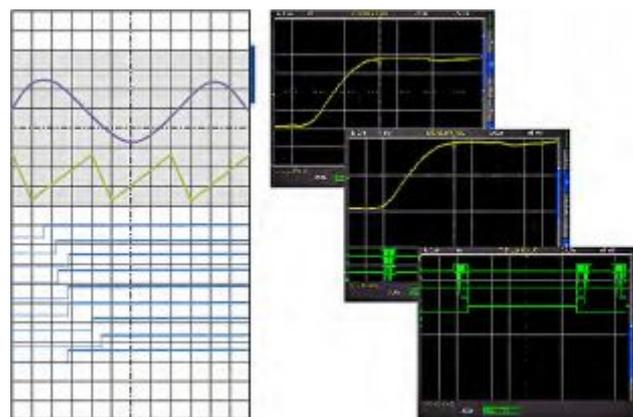


Рис. 7.1 – Рисование области виртуального экрана и пример

Приведенный выше рисунок объясняет функцию виртуального экрана. Видимые 8 делений выделены серым цветом; это область, доступная для аналоговых сигналов. Справа от масштабной сетки располагается панель, которая показывает положение видимых 8 делений из возможных 20. При нажатии клавиши SCROLL BAR  будет активирована полоса прокрутки, что индицируется изменением ее цвета на синий; теперь при повороте универсальной ручки будет происходить сдвиг 8 видимых делений (серая область) в пределах доступных 20 делений. Такой подход позволяет легко и четко отображать множество отдельных блоков сигнала.

7.3 Яркость сигнала и функция послесвечения

В стандартном режиме клавиша INTENS/PERSIST  подсвечивается белым цветом: яркость индикации сигнала может быть изменена универсальной ручкой от 0 до 100%. Режим послесвечения может быть выбран для отображения переменных сигналов: это особый режим запоминания, при котором на экране может быть построено несколько кривых. Также может быть назначено время послесвечения в диапазоне от 50 мс до бесконечности. В результате работы этого режима, самые часто появляющиеся участки сигнала будут выглядеть

светлыми, в то время как более редкие будут темнеть в соответствии с прошедшим временем.

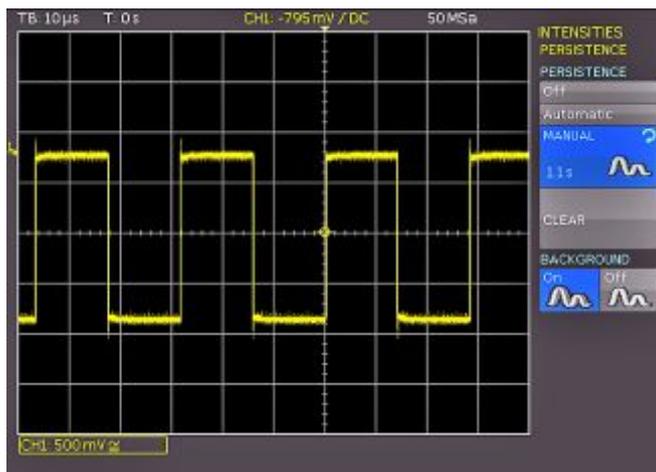


Рис. 7.2 – Меню для настройки послесвечения сигнала

Данный режим может быть выбран в функциональном меню, которое открывается при нажатии клавиши INTENS/PERSIST. Функциональные клавиши TRACE, GRID и BACKLIGHT в данном меню позволяют при помощи универсальной поворотной ручки изменять яркость сигнала, масштабной сетки и подсветки экрана.

Функциональная клавиша SETTINGS позволяет производить настройки послесвечения. Функция послесвечения позволяет избежать потери предыдущих сигналов при обновлении экрана. Вместо этого отображение сигнала задерживается на определенное пользователем время, а затем начинает выцветать. Такое отображение напоминает работу аналогового осциллографа.

Существует три варианта выбора длительности послесвечения: OFF, AUTOMATIC и MANUAL. При использовании ручной функции MANUAL, длительность может быть установлена при помощи универсальной ручки или экранной клавиатуры от 50 мс до бесконечности. Если было выбрано конечное время, то последующие сигналы будут записываться один поверх другого таким образом, что яркость будет уменьшаться от последнего по времени к более старым. Например, если выбрано значение 300 мс, то изображения сигналов будут темнеть с шагом 50 мс, и исчезнут через 300 мс. Вариант AUTOMATIC позволяет пользователю выбрать автонастройку послесвечения, при которой осциллограф подбирает оптимальное время послесвечения. Вариант OFF отключает функцию послесвечения.

В данном функциональном меню дополнительно может быть включена функция BACKGROUND: все когда-либо отображавшиеся сигналы не будут окончательно исчезать, а будут продолжать показываться с низкой яркостью. Этот режим полезен, например, при анализе пиковых значений в сигналах.

7.4 XY-представление

Осциллографы оснащены клавишей для прямого включения функции XY-представления. В данном режиме отображаются два сигнала одновременно: один по оси Y, другой по оси X. Привычная ось временной развертки будет заменена осью амплитуд второго сигнала. Для гармонически зависимых сигналов получающиеся кривые называются фигурами Лиссажу; по таким изображениям можно получить представление о соотношении частоты и фазы сигналов. В случае подобных сигналов, фигура Лиссажу будет вращаться. Если частота сигналов

одинакова, вращение будет отсутствовать, а из формы сигналов можно извлечь информацию о фазе.

Функция XY включается нажатием клавиши UTIL 19 в области VERTICAL передней панели. Экран будет разделен на одно большое и три малых поля отображения: на большом поле будет показано представление XY, а на малых будут показаны источники сигналов X и Y; данные сигналы будут отображены в виде привычных временных осциллограмм. Пользователь может определить, какой из входных сигналов должен соответствовать осям X и Y.

8 Измерения

В осциллографах используется два разных вида измерений сигналов: курсорные и автоматические измерения. Все результаты хранятся в буферной памяти, объем которой больше, чем память отображения. Встроенный аппаратный частотомер показывает результаты измерений частоты и периода в выбранном канале.

8.1 Курсорные измерения

Наиболее часто используемый метод измерений в осциллографе – это курсорные измерения. В зависимости от вида измерений, осциллографы позволяют использовать до трех курсоров одновременно. Курсорные измерения управляются клавишей CURSOR MEASURE и экранной клавиатурой, а также универсальной поворотной ручкой. Вид измерения в активированном канале может быть определен в меню, которое открывается при нажатии клавиши CURSOR MEASURE.

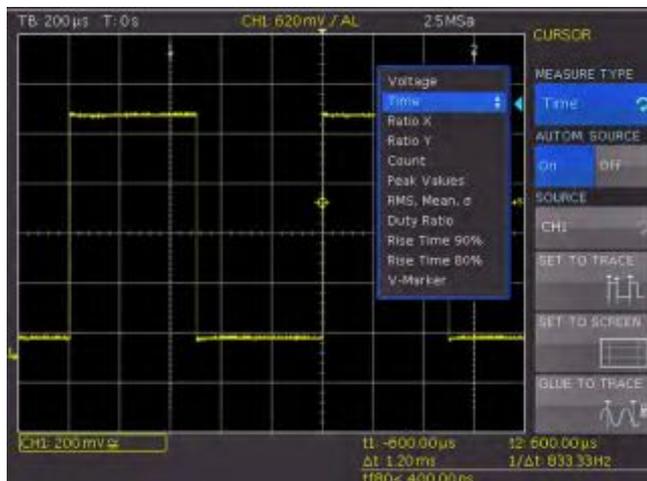


Рис. 8.1 – Меню выбора курсорных измерений

Могут быть выбраны следующие виды измерений:



VOLTAGE: В данном режиме используется 2 курсора для измерения 3 различных напряжений. Значения V1 и V2 индицируют разности напряжений между нулевой

базовой линии и текущими положениями двух курсоров на выбранной кривой. Значение ΔV индицирует разность напряжений между курсорами.



TIME: В данном режиме используется 2 курсора для измерения 3 различных значений времени и эквивалентной частоты. Значения t1 и t2 индицируют времена между

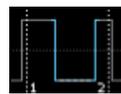
моментом запуска и положением курсоров. Значение Δt индицирует временной интервал между курсорами.



RATIO X: В данном режиме используется 3 курсора для измерения отношений по оси X (например, коэффициента заполнения) между первым и вторым, и первым и третьим курсорами. Значения будут представлены в 4 различных форматах: с плавающей запятой, в процентах, градусах, радианах.

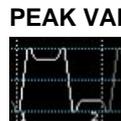


RATIO Y: В данном режиме используется 3 курсора для измерения отношений по оси Y (например, выбросов) между первым и вторым и между первым и третьим курсорами. Результаты представляются в 2 форматах: с плавающей запятой, в процентах.



COUNT: В данном режиме используется 3 курсора для подсчета пересечений сигналом уровня, который может быть задан третьим курсором для временного интервала,

определенного как расстояние между первым и вторым курсорами. Результат представляется в 4 различных вариантах: количество пересечений уровня при возрастании и убывании, число положительных и отрицательных импульсов.



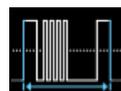
PEAK VALUES: В данном режиме используется 2 курсора для измерения минимального и максимального значений сигнала в пределах временного интервала, определенного двумя курсорами. Значения V_p- и V_p+ представляют минимальное и максимальное значения напряжения. Значение размаха (V_{pp}) равно разности между минимальным и максимальным значениями.



RMS, MEAN, STANDARD DEVIATION: В данном режиме используется 2 курсора для вычисления среднеквадратического значения RMS, среднего значения MEAN и среднеквадратического отклонения σ сигнала между двумя курсорами.



DUTY RATIO: В данном режиме используется 3 курсора для вычисления коэффициента заполнения сигнала между двумя горизонтальными курсорами. Третий вертикальный курсор устанавливает уровень, на котором определен коэффициент заполнения.

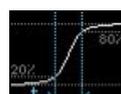


BURST WIDTH: В данном режиме вычисляется длительность последовательности импульсов от первого до последнего фронта.



RISE TIME 90%: В данном режиме используется 2 курсора для измерения времен нарастания и спада от 10 до 90 % амплитуды сигнала на текущем изображении

сигнала, при этом часть сигнала, на которой производятся измерения, определяется двумя курсорами.



RISE TIME 80%: В данном режиме используется 2 курсора для измерения времен нарастания и спада от 20 до 80 % амплитуды сигнала на текущем изображении

сигнала, при этом часть сигнала, на которой производятся измерения, определяется двумя курсорами.



V MARKER: В данном режиме используется 2 курсора для измерения двух различных напряжений и временного интервала. Значения V1 и V2 индицируют напряжения между

нулевой базовой линией и соответствующим курсором. Значение ΔV индицирует разность напряжений между двумя курсорами. Значение Δt индицирует временной интервал между ними.

CREST FACTOR: пик-фактор или коэффициент амплитуды (отношение пикового значения к среднему) вычисляется с помощью деления максимального значения на среднеквадратическое значение сигнала.

Для смещения курсоров необходимо нажать на универсальную поворотную ручку в области CURSOR/MENU и переместить курсор вращением этой ручки. Функции отображения измерений работают следующим образом. Результаты измерений отображаются в нижней части экрана. Если отображается надпись "n/a", выбранное измерение

неприменимо к сигналу (например, при попытке измерить напряжение в шине данных, так как в этом режиме отображаются только логические состояния безотносительно напряжений). Если отображается символ "?", измерение не может быть полностью выполнено. Например, на экране не отображается полный период сигнала и, соответственно, он не может быть вычислен.

Если включена функция AUTOM. SOURCE (ON), в качестве источника измеряемого сигнала будет автоматически использован текущий измерительный канал. Если отключить эту настройку (OFF), в качестве этого источника будет использован канал, выбранный параметром SOURCE, даже если он не является текущим. Функциональная клавиша SET TO TRACE перемещает выбранные курсоры в их оптимальное положение на изображении сигнала. Это позволяет осуществить очень быстрое и, как правило, оптимальное позиционирование курсоров. В целом, после этого необходима только небольшая коррекция курсоров, необходимость в утомительном ручном позиционировании курсоров отсутствует. Если автоматическая функция SET TO TRACE не обеспечивает ожидаемых результатов из-за сложной формы сигналов, можно нажать клавишу SET TO TRACE для перемещения курсоров в стандартное начальное положение. Это действие позволит вернуть значительно удаленные от начального положения курсоры на экран. Функциональная клавиша GLUE TO TRACE закрепляет курсоры в выбранной точке данных, так что их положение на измеряемом сигнале не изменяется даже при масштабировании (курсоры будут "приклеены" к сигналу). Данную функцию можно включить или отключить. Если функция выключена, курсоры не изменят своего положения на экране при масштабировании. С отключенной функцией GLUE TO TRACE измеренное значение при этом изменится, в то время как при включенной функции оно остается тем же.

Курсоры отключаются клавишей CURSOR MEASURE. Меню курсоров при этом будет закрыто.

8.2 Автоматические измерения

Оциллографы обеспечивают возможность как курсорных, так и автоматических измерений. При нажатии клавиши AUTO MEASURE [11] в области ANALYZE на передней панели откроется меню автоизмерений.

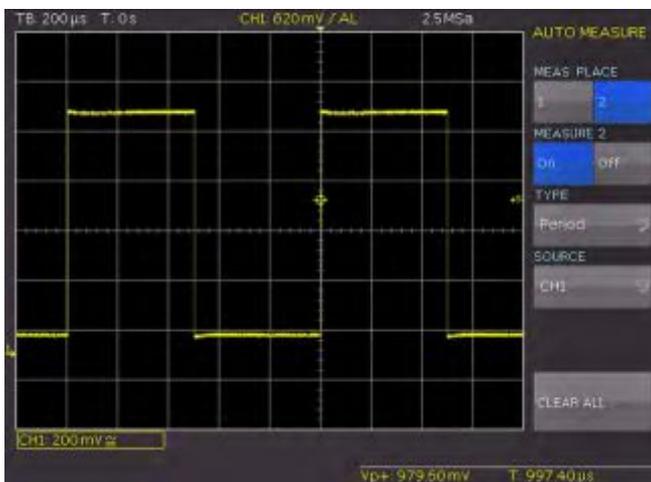


Рис. 8.2 – Меню для настройки автоматических измерений

Данное меню позволяет выбрать до шести автоматических измерительных функций, используя функциональную клавишу MEAS. PLACE (положение

результата измерений) и универсальную поворотную ручку.

Можно выбрать следующие виды измерений:



MEAN VALUE: В данном режиме измеряется среднее значение сигнала. У периодических сигналов измеряется только первый период, показанный с левой стороны масштабной сетки. Измерения будут проводиться только в выбранном канале.



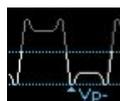
RMS VALUE: В данном режиме измеряется и вычисляется среднеквадратическое значение сигнала, но только для отображаемых участков сигнала. Если сигнал периодический, то используется первый отображаемый период. Вычисляется "истинное СКЗ". Измерения будут проводиться только в выбранном канале.



PEAK-PEAK: В данном режиме измеряется разность напряжений между минимальным и максимальным значениями отображаемого сигнала.



PEAK +: В данном режиме измеряется значение положительного пика отображаемого сигнала. Измерения будут проводиться только в выбранном канале.



PEAK -: В данном режиме измеряется значение отрицательного пика отображаемого сигнала. Измерения будут проводиться только в выбранном канале.



FREQUENCY: В данном режиме измеряется частота сигнала как величина обратная первому периоду сигнала на экране. Измерения будут проводиться только в выбранном канале.



PERIOD: В данном режиме измеряется длительность периода сигнала. Период определяется как время между двумя одинаковыми участками периодического сигнала.



AMPLITUDE: В данном режиме измеряется амплитуда прямоугольного сигнала. На основе этого вычисляется потенциальная разность между высоким и низким уровнями (V_{top} и V_{base}). Измерения будут проводиться только в выбранном канале и требуют хотя бы одного полного периода синхронизированного сигнала.

CREST FACTOR: коэффициент амплитуды (отношение пикового значения к среднему) вычисляется с помощью деления максимального значения на среднеквадратическое значение сигнала.



TOP LEVEL: В данном режиме измеряется средний уровень напряжения высокого уровня прямоугольного сигнала. То есть, измеряется среднее значение флуктуаций (без выброса). Измерения будут проводиться только в выбранном канале и требуют хотя бы одного полного периода синхронизированного сигнала.



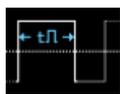
BASE LEVEL: В данном режиме измеряется средний уровень напряжения низкого уровня прямоугольного сигнала. Измеряется среднее значение флуктуаций (без выброса). Измерения будут проводиться только в выбранном канале и требуют хотя бы одного полного периода синхронизированного сигнала.



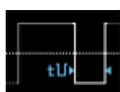
POS. OVERSHOOT: В данном режиме измеряется положительный выброс прямоугольного сигнала, значение вычисляется из напряжения высокого уровня (TOP LEVEL), пикового положительного (PEAK +) значения и значения амплитуды сигнала (AMPLITUDE)



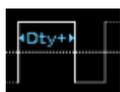
NEG. OVERSHOOT: В данном режиме измеряется отрицательный выброс прямоугольного сигнала, значение вычисляется из напряжения низкого уровня (BASE LEVEL), пикового отрицательного (PEAK -) значения и значения амплитуды сигнала (AMPLITUDE)



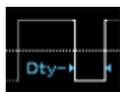
PULSE WIDTH +: В данном режиме измеряется длительность (ширина) положительного импульса. Положительный импульс состоит из переднего фронта, за которым следует задний. Измерения будут проводиться только в выбранном канале и требуют хотя бы одного полного периода синхронизированного сигнала.



PULSE WIDTH -: В данном режиме измеряется ширина отрицательного импульса. Отрицательный импульс состоит из заднего фронта, за которым следует передний. Измерения будут проводиться только в выбранном канале и требуют хотя бы одного полного периода синхронизированного сигнала.



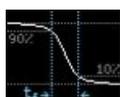
DUTY CYCLE +: В данном режиме измеряется положительный коэффициент заполнения. Для этого, измеряется ширина положительной части сигнала в одном периоде и берется ее отношение к периоду сигнала. Измерения будут проводиться только в выбранном канале и требуют хотя бы одного полного периода синхронизированного сигнала. Измеренное значение представляется относительно периода сигнала.



DUTY CYCLE -: В данном режиме измеряется отрицательный коэффициент заполнения. Для этого, измеряется ширина отрицательной части сигнала в одном периоде и берется ее отношение к периоду сигнала. Измерения будут проводиться только в выбранном канале и требуют хотя бы одного полного периода синхронизированного сигнала. Измеренное значение представляется относительно периода сигнала.



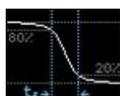
RISE-TIME 90 %: В данном режиме измеряется время нарастания первого отображаемого положительного перепада (переднего фронта). Время нарастания определяется как временной интервал между значениями 10 и 90 % от полной амплитуды.



FALL TIME 90 %: В данном режиме измеряется время спада первого отображаемого отрицательного перепада (заднего фронта). Время спада определяется как временной интервал между значениями 90 и 10 % от полной амплитуды.

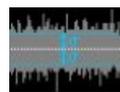


RISE-TIME 80 %: В данном режиме измеряется время нарастания первого отображаемого положительного перепада (переднего фронта). Время нарастания определяется как временной интервал между значениями 20 и 80 % от полной амплитуды.



FALL TIME 80 %: В данном режиме измеряется время спада первого отображаемого отрицательного перепада

(заднего фронта). Время спада определяется как временной интервал между значениями 80 и 20 % от полной амплитуды.



σ-STD. DEVIATION: В данном режиме измеряется среднеквадратическое отклонение (СКО) амплитуды сигнала, отображаемого на экране.

Среднеквадратическое отклонение является мерой отклонения от его среднего значения. Низкое значение СКО указывает на то, что весь сигнал лежит близко к его среднему значению. Высокие значения СКО

демонстрируют увеличение разницы между сигналами.

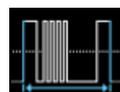


DELAY: В этом режиме измеряется время между установленным источником измерения и опорным сигналом. Выполняется поиск перепада в сигнале источника, который наиболее близок к опорному значению времени. Затем, начиная от этой точки, производится поиск ближайшего перепада опорного сигнала. Эта разница во времени является результатом измерения. Подменю (DELAY SETUP) позволяет задать настройки измеряемого сигнала, опорного сигнала и перепадов.

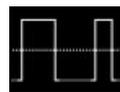


PHASE: В этом режиме измеряется фаза между двумя перепадами в двух каналах по смещению их изображения на экране.

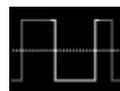
Измеряются отношения временных задержек нескольких сигналов к периоду измеряемого сигнала. Выполняется поиск перепада измеряемого сигнала, который наиболее близок к опорному значению времени. Затем, начиная от этой точки, производится поиск ближайшего перепада опорного сигнала. Разница во времени и период сигнала пересчитываются в результате измерения, выраженный в градусах. Подменю (MEASUREMENT SOURCE/REFERENCE SOURCE) позволяют выбрать источник измерения и опорный сигнал с помощью универсальной поворотной ручки в области CURSOR/MENU.



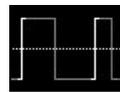
BURST WIDTH: В данном режиме вычисляется длительность последовательности импульсов от первого до последнего фронта.



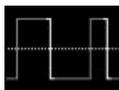
COUNT +: В данном режиме подсчитывается число положительных отображаемых импульсов. Положительный импульс определяется как состоящий из переднего и заднего фронтов. Уровень переключения вычисляется после измерения среднего значения сигнала. Пересечение данного уровня только в одном направлении не учитывается. Измерения будут проводиться только в выбранном канале.



COUNT -: В данном режиме подсчитывается число отрицательных отображаемых импульсов. Отрицательный импульс определяется как состоящий из заднего и переднего фронтов. Уровень переключения вычисляется после измерения среднего значения сигнала. Пересечение данного уровня только в одном направлении не учитывается. Измерения будут проводиться только в выбранном канале.



COUNT +: В данном режим происходит подсчет положительных перепадов (передних фронтов) сигнала в области отображения. Как и ранее, в качестве уровня запуска измеряется и используется среднее значение сигнала. Измерения будут проводиться только в выбранном канале.



COUNT-1: В данном режим происходит подсчет отрицательных перепадов (задних фронтов) сигнала в области отображения.

Как и ранее, в качестве уровня запуска измеряется и используется среднее значение сигнала. Измерения будут проводиться только в выбранном канале.



TRIGGER FREQUENCY: В данном режиме измеряется частота сигнала синхронизации как величина, обратная его периоду.

Источником сигнала для данного измерения является текущий выбранный источником запуска. Измерение производится с помощью 5-разрядного аппаратного частотомера.



TRIGGER PERIOD: В данном режиме с помощью аппаратного частотомера измеряется период сигнала синхронизации.

Результаты автоматических измерений отображаются в нижней части экрана. Если отображается надпись "n/a", измерение неприменимо к сигналу (например, при попытке измерить напряжение в шине данных, так как в этом случае отображаются только логические состояния безотносительно напряжения). Если отображается символ "?", измерение не может быть полностью выполнено. Например, на экране не отображается полный период сигнала и, соответственно, он не может быть вычислен.

Список доступных источников сигналов для измерений содержит только отображаемые каналы.

С помощью функциональной клавиши CLEAR ALL включенные функции автоматических измерений можно отключить.

9 Анализ данных

Осциллографы оснащены множеством функций анализа собранных данных, которые отображаются на экране. Простые операции можно выполнить с помощью математических функций. В осциллографах НМО1212, НМО1222 и НМО1232 более сложные функции и сочетания функций могут быть выполнены при помощи редактора формул. Меню MATH включает в себя математические функции для записанных типов сигналов. Эти функции отслеживают изменения входящих в них сигналов и применяют эти изменения к отображаемому результату. Кроме того, нажатием соответствующей клавиши, можно активировать частотный анализ с помощью Быстрого Преобразования Фурье (FFT). Функция QUICK VIEW служит для быстрой оценки свойств сигнала. Тест PASS/FAIL на основе масок позволяет проводить автоматический мониторинг сигналов.

9.1 Быстрые математические операции

Меню MATH в области VERTICAL содержит математические функции для записанных типов сигналов. Математические функции отслеживают изменения активированных сигналов и применяются только к результату, отображаемому на экране. Если сигнал обрывается на краю экрана, это может указывать на то, что соответствующая математическая кривая также усечена. Поворотную ручку VOLTS/DIV можно использовать для масштабирования активированной расчетной кривой.

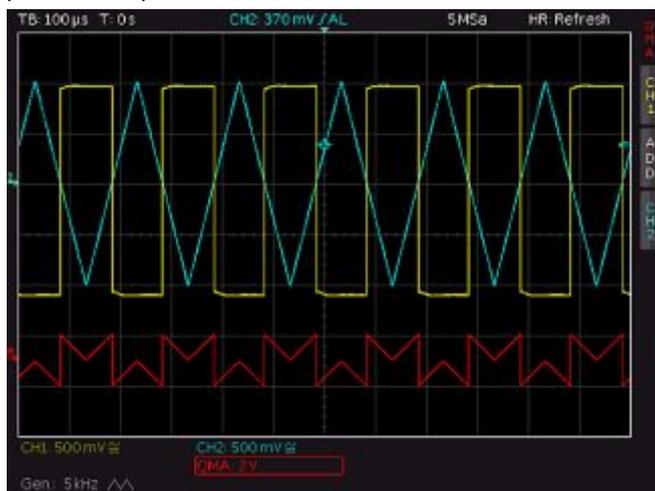


Рис. 9.1 – Пример расчетной кривой

Функциональное меню MATH включает в себя подменю быстрой математики (QM, QUICK MATHEMATICS) и подменю редактора формул (MA). Подменю QUICK MATHEMATICS создано для доступа к простым и быстрым расчетам. Подменю редактора формул позволяет комбинировать формулы.

Осциллографы НМО1052, НМО1072 и НМО1102 включают в себя только возможность быстрых измерений QM.

9.1.1 Быстрая математика (QM)

Нажатие клавиши MATH в области VERTICAL активирует сокращенное меню математики. Нижняя функциональная клавиша позволяет выбрать между подменю быстрой математики и редактором формул (QM и MA). В кратком подменю быстрой математики с помощью функциональных клавиш может быть выбрана настройка математической функции. Повторное нажатие клавиши MATH откроет полное функциональное меню. С

помощью первой и третьей функциональных клавишей OPERAND можно выбрать в качестве операнда соответствующий канал (или источник) для математической операции. Выбирать можно только из активированных аналоговых каналов. Вторая функциональная клавиша OPERATOR (оператор) позволяет выбрать тип математического действия. Могут быть выбраны следующие операторы:



Для выбора источников и оператора может быть использована универсальная поворотная ручка.

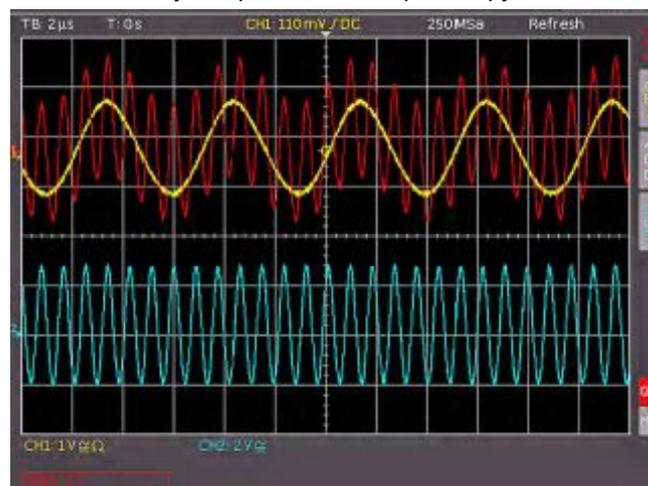


Рис. 9.2 – Меню быстрой математики QM

9.1.2 Редактор формул (MA)

Осциллографы НМО1212, НМО1222 и НМО1232 содержат редактор формул, который позволяет производить математические вычисления, которые определены и отображены в выбранном наборе формул. Нажатие клавиши MATH в области VERTICAL открывает меню выбора набора формул и соответствующие формулы. В осциллографах имеется 5 наборов математических формул. Каждый из наборов содержит 5 выражений, которые могут быть изменены при помощи редактора формул для создания большого количества сложных математических формул. Они обозначены от MA1 до MA5. При помощи универсальной поворотной ручки можно выбрать набор формул. Редактор набора формул (функциональная клавиша EDIT FORMULARY) содержит все выражения, которые могут быть изменены. Синяя подсветка отмечает текущее редактируемое выражение. Необходимо понимать различие между редактированием отображения и редактированием параметров. Для выбора требуемой формулы следует использовать универсальную поворотную ручку, затем следует нажать функциональную клавишу VISIBLE (отметить). Выбранная формула будет отмечена символом глаза с выделенной строкой и добавлена в краткое меню. В функциональном меню UNIT (единицы) можно, используя поворотную ручку, выбрать следующие единицы:

- V (Вольт) – π (пи)
- A (Ампер) – Pa (Паскаль)
- Ω (Ом) – m (метр)
- V/A (Вольт на Ампер) – g (ускорение)

- W (Ватт, активная мощность)
- VA (Вольт-амперы, полная мощность)
- VAr (Вольт-амперы, реактивная мощность)
- dB (децибел)
- dBm (дБ на 1 мВт, дБмВт)
- dBV (дБ на 1 В, дБВ)
- s (секунда)
- Hz (Герц)
- F (Фарад)
- H (Генри)
- % (процент)
- ° (градус)
- Pa (Паскаль)
- m (метр)
- °C (градус Цельсия)
- K (Кельвин)
- °F (градус Фаренгейта)
- N (Ньютон)
- J (Джоуль)
- C (Кулон)
- Wb (Вебер)
- T (Тесла)
- (dez) (десятичный)
- (bin) (двоичный)
- (hex) (шестнадцатеричный)
- (oct) (восьмеричный)
- DIV (деление, масштабная сетка)
- px (пиксель)
- Bit (бит)
- Bd (бод)
- Sa (отсчет)
- π (число Пи)
- g (ускорение свободного падения)

А также следующие приставки к СИ:

- m (милли, 10^{-3})
- μ (микро, 10^{-6})
- n (нано, 10^{-9})
- p (пико, 10^{-12})
- f (фемто, 10^{-15})
- a (атто, 10^{-18})
- z (zepto, 10^{-21})
- y (йокто, 10^{-24})
- K (кило, 10^3)
- M (мега, 10^6)
- G (гига, 10^9)
- T (тера, 10^{12})
- P (пета, 10^{15})
- E (экса, 10^{18})
- Z (зетта, 10^{21})
- Y (йотта, 10^{24})

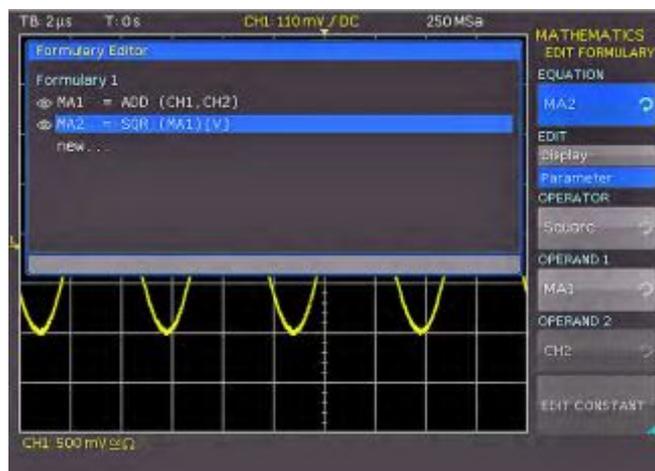


Рис. 9.3 – Редактор формул для набора формул

Результат расчета по выбранной формуле будет применен к описанию канала, типам курсоров и видам автоматических измерений. Наименование формулы перечислено в редакторе набора формул и используется в качестве наименования в окне осциллограммы. Функциональная клавиша DELETE удаляет формулу из набора. Выражение состоит из оператора (математической функции) и не более двух операндов. Используя универсальную поворотную ручку, можно выбрать следующие операторы:

- Сложение
- Вычитание
- Умножение
- Деление
- Максимум
- Минимум
- Возведение в квадрат
- Квадратный корень
- Отрицательное значение
- Обратная величина
- Инвертированное значение
- Десятичный логарифм
- Натуральный логарифм
- Дифференцирование
- Интегрирование

- Модуль
- Положительное значение
- ФНЧ с БИХ
- ФВЧ с БИХ

Для каждой соответствующей формулы в качестве операндов могут использоваться входные каналы CH1, CH2 и константа, которая может быть изменена. Формула MA1 является дополнительным источником для формулы MA2. Для MA3 дополнительным источником является MA2. Для MA4 дополнительным источником является и MA3. Для MA5 дополнительными источниками являются формула MA4. Из этих 5 выражений можно создать всего 5 различных наборов, которые затем можно будет сохранять и вызывать. Используя поворотную ручку, можно для создания новой формулы в редакторе набора формул. Нажатие функциональной клавиши ADD позволяет пользователю редактировать новую формулу.

Используя меню для ввода констант EDIT CONSTANT и поворотную ручку, можно выбрать из следующего списка констант:

- π
- 2x π
- 0,5 x π
- Пользовательские (USER) от 1 до 10 (пользователь может задать до 10 констант)



Рис. 9.4 – Ввод констант и единиц измерения

Если, например, выбрана константа USER 1, то ее значение можно задать с помощью универсальной ручки после нажатия функциональной клавиши VALUE. Следуя той же процедуре, можно задать DECIMAL POINT (десятичную запятую), а также возможную приставку СИ (используя функциональное меню PREFIX). Пункт меню UNIT предоставляет выбор из выше приведенного списка единиц. После ввода значения, приставки, единицы (или любой комбинации) нажать функциональную клавишу SAVE: константа будет сохранена по адресу USER 1, затем система автоматически вернется в меню для формул. Можно сохранить до 10 констант, заданных пользователем.

При сохранении набора формул пользователь может добавить комментарий (нажатием функциональной клавиши COMMENT). При нажатии функциональной клавиши SAVE выбранный набор формул вместе с названием и комментарием будет сохранен в выбранном месте. Сохраненные наборы формул могут быть вызваны в любое время. Для этого следует активировать режим математических операций нажатием клавиши MATH, а затем нажать клавишу MENU в области VERTICAL. В открывшемся меню появится подменю LOAD. После его выбора откроется окно диспетчера файлов, в котором будут показаны данные для загрузки из внутренней памяти и, если вставлен USB-носитель, содержащиеся на нем данные. Выбрать требуемое

местоположение данных и нажать клавишу LOAD для загрузки файла. Формула будет вычислена, но не включена в отображение. Каждому из 5 наборов формул можно назначить имя длиной до 8 символов, используя функциональную клавишу NAME, каждый набор можно загрузить (из внутренней памяти или с внешнего USB-носителя), или сохранить. Выбранное имя задается с помощью универсальной поворотной ручки; имя будет назначено после нажатия функциональной клавиши ACCEPT и отображено вместо ярлыков MA1 ... MA5. Эту процедуру можно провести по отдельности для всех выражений. После ввода всех выражений, констант и названий можно добавить название для данного набора формул нажатием функциональной клавиши NAME в меню набора формул.

9.1.3 Пример использования редактора формул (НМО1212, НМО1222, НМО1232)



Рис. 9.5 – Определение формулы для вычисления тока

В качестве примера приведен анализ сигнала электрической энергии. Напряжение на нагрузке измеряется при помощи дифференциального пробника, подключенного к каналу 2. Ток измеряется с помощью токового пробника, подключенного к каналу 1. Для начала следует ввести коэффициент преобразования токового пробника (100 мВ/А). Открыв набор формул 1, определим формулу MA1. После нажатия функциональной клавиши EDIT, можно при помощи поворотной ручки выбрать требуемые функции. В этом примере, сигнал канала 1 будет умножен на постоянную 0,1, после чего ему будет назначена единица измерения тока Ампер. Такие настройки обеспечат правильное отображение результатов измерения на шкале, а также единицы измерения курсорных и автоматических измерений. При помощи функциональной клавиши LABEL формуле MA1 может быть присвоено имя, например, "CURRENT" (ток). Следующим шагом будет добавление и настройка формулы MA2. В результате вычисления формулы "CURRENT" с последующим перемножением с сигналом канала 2 приведёт к появлению графика мощности. Формуле MA2 может быть присвоено имя "POWER". В заключении, в набор формул будет добавлена 3я формула MA3, определяемая как интеграл формулы "POWER". Формуле MA3 может быть присвоено имя "ENERGY".



Рис. 9.6 – Определение формулы для вычисления мощности

Теперь все настройки завершены, и результат измерений может быть отображен и проанализирован. Математический анализ может быть произведен при помощи курсорных или автоматических измерительных функций. Все результаты измерений будут отображены на шкалах с правильными единицами измерения: Ампер, Ватт и Джоуль.

9.2 Частотный анализ (БПФ)

В целом Быстрое Преобразование Фурье (БПФ) в осциллографах работает не так, как в анализаторах спектра, и зависит не только от настроек развертки, но также от доступного числа используемых при вычислении БПФ точек данных. Осциллографы позволяют использовать при расчете БПФ до 128 000 точек.

БПФ не подходит для анализа очень медленных сигналов (в диапазоне единиц Герц); для анализа таких сигналов необходим стандартный режим осциллографа.

Клавиша FFT в области ANALYZE позволяет вычислить быстрое преобразование Фурье, которое отображает спектр измеряемого сигнала. Измененный экран позволит определить наиболее часто встречающиеся частоты в спектре сигнала и соответствующие им амплитуды. После нажатия клавиши FFT экран будет разделен на два окна с масштабными сетками. В верхней левой части экрана будет показана информация о настройках во временном диапазоне, область между верхним и нижним окном содержит информацию о масштабе и положении, а область под большим экраном с результатом БПФ содержит настройки (полоса обзора частот Span и центральная частота Center) частотного диапазона. При включении БПФ нижний экран с результатами БПФ будет выделен белой рамкой. Это означает, что большая ручка в области развертки теперь используется для выбора полосы обзора частот. Полоса обзора задается в Герц и определяет ширину отображаемого частотного диапазона. Положение полосы обзора можно задать выбором центральной частоты. Для этого можно использовать горизонтальную ручку X Position. Отображаемый частотный диапазон лежит в пределах от (Center - Span/2) до (Center + Span/2).

Минимальное приращение в частотной области зависит от развертки. Чем больше развертка, тем меньше полоса обзора. Еще одним важным элементом для БПФ является настройка "Max. Sampling Rate" в меню ACQUIRE.

Функциональная клавиша MODE позволяет выбрать следующие типы отображения:

REFRESH (обновление):

В этом режиме вычисление и отображение БПФ происходит без дополнительной обработки или редактирования данных. Новые данные захватываются и отображаются, заменяя предыдущие значения.

ENVELOPE (оггибающая):

В режиме Envelope максимальные отклонения для всех спектров будут храниться отдельно в дополнении к текущему спектру, и обновляться с каждым новым вычислением спектра. Эти максимальные значения будут отображаться вместе с текущими данными, формируя кривую оггибающей. Спектр находится в пределах оггибающей. Таким образом, формируется область со всеми когда-либо полученными результатами БПФ. Любое изменение параметра сигнала приведет к сбросу накопленной кривой оггибающей.

AVERAGE (усреднение):

В этом режиме вычисляются средние значения по нескольким спектрам. Данный режим используется для подавления шума. Функциональная клавиша #AVERAGES позволяет задать число спектров для вычисления среднего значения с помощью универсальной поворотной ручки с шагом 2 в степени n от 2 до 512.

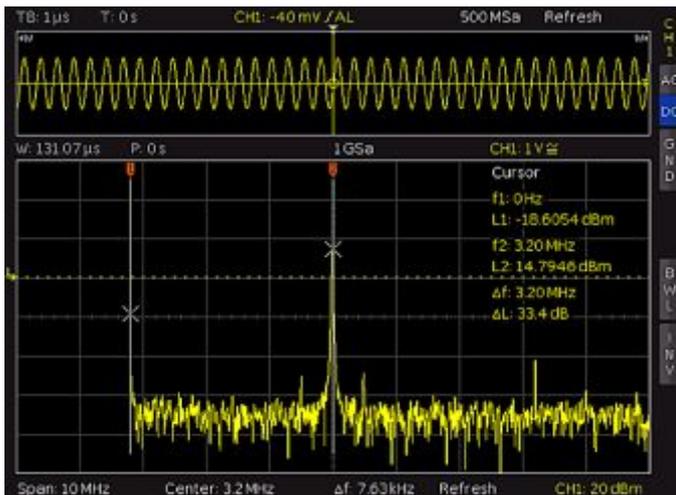


Рис.9.7 – Режим БПФ

Пункт меню POINTS позволяет задать максимальное число точек для вычисления с помощью универсальной поворотной ручки в области CURSOR/MENU. Возможные значения: 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536, 131072 точек. Функциональное меню WINDOWS позволяет улучшить отображения БПФ, если на краях измерительного интервала наблюдаются неоднородности. При вычислении такие неоднородности приводят к резким выбросам, которые влияют на результат измерения. При использовании колоколообразной оконной функции, краевые значения умножаются на малые величины и их влияние подавляется. Функциональное меню WINDOW позволяет выбрать следующие оконные функции:



HANNING: Оконная функция Хэннинга является колоколообразной. В отличие от оконной функции Хэмминга, она равна нулю на краях измерительного интервала. Поэтому уровень шума в спектре снижается, и ширина спектральных линий увеличивается. Эта функция полезна, например, для точного измерения амплитуды периодического сигнала.



HAMMING: Оконная функция Хэмминга является колоколообразной. В отличие от оконных функций Хэннинга и Блэкмана, она не равна нулю на границе измерительного интервала. Поэтому высота уровня шума выше, чем в случае использования оконных функций Хэннинга или Блэкмана, но ниже, чем при использовании прямоугольной оконной функции. Тем не менее, спектральные линии не такие широкие, как у остальных колоколообразных функций. Эта функция полезна, например, для точного измерения амплитуды периодического сигнала.



BLACKMAN: Оконная функция Блэкмана является колоколообразной и обладает самым крутым спадом из всех доступных функций. Она равна нулю на обоих концах измерительного интервала. Оконная функция Блэкмана позволяет проводить измерения амплитуды с высокой точностью. Однако определить частоту становится сложнее из-за ширины спектральных линий. Эта функция полезна, например, для точного измерения амплитуды периодического сигнала.



RECTANGLE: Прямоугольная оконная функция умножает все точки на 1. Это приводит к высокой точности определения частоты, благодаря узким спектральным линиям, и увеличению уровня шума. Эту функцию можно использовать для определения импульсной характеристики с нулевыми начальными и конечными значениями.

Подпункт меню Y-SCALING (масштабирование по оси Y) позволяет пользователю изменять масштаб БПФ в логарифмических единицах (дБмВт/дБВ) или в линейных (Вскз). Единица дБмВт относится к 1 мВт, единица дБВ – к 1 Вскз. Все значения приведены для сопротивления нагрузки равного 50 Ом. Для использования высокоомного входа можно подключить параллельно входу внешний резистор.

Режим частотного анализа может быть выключен нажатием функциональной клавиши FFT OFF или повторным нажатием клавиши FFT на панели управления.

9.3 Измерения с быстрым просмотром

Нажатие клавиши QUICKVIEW [10] в области ANALYZE передней активирует несколько базовых автоматических измерений. Функция быстрого просмотра QUICK VIEW позволяет быстро просмотреть типичные параметры сигналов. Результаты измерений показываются в нижней части экрана, а также с помощью курсора на самом сигнале. Непосредственно в области сигнала отображаются следующие 5 параметров:

- Максимальное напряжение
- Среднее напряжение
- Минимальное напряжение
- Время нарастания
- Время спада

Еще 10 дополнительных параметра отобразятся в нижней части экрана:

- Среднеквадратическое значение
- Размах напряжения
- Амплитуда
- Ширина положительной полуволны
- Коэффициент заполнения положительной полуволны
- Коэффициент заполнения отрицательной полуволны
- Ширина отрицательной полуволны
- Период
- Частота
- Количество положительных перепадов

После нажатия клавиши AUTO MEASURE пользователь может изменить шесть параметров измерения, расположенных в правой нижней части. Также эти изменения можно сбросить в исходное состояние, выбрав функцию меню RESET или установив настройки осциллографа по умолчанию. В режиме быстрого просмотра может быть включен только один канал.

Повторное нажатие клавиши QUICK VIEW отключает измерительную функцию.

9.4 Тест ГОДЕН/НЕ ГОДЕН на основе масок

Тестирование на соответствие маскам Pass/Fail позволяет пользователю оценивать, находится ли форма сигнала в определенных пределах. Пределы устанавливаются так называемыми масками. В случае если сигнал выходит за рамки маски, это означает ошибку. Эти ошибки будут отображаться наравне с успешными прохождениями развертки, кроме того, внизу экрана индицируется общее количество разверток. В случае появления ошибок пользователь может задать прибору выполнение некоторых действий.

Для доступа к режиму PASS/FAIL необходимо выполнить следующие действия: нажать клавишу UTIL в области VERTICAL, затем нажать клавишу функционального меню PASS/FAIL на странице 2 меню UTIL, что активизирует требуемый режим и откроет меню настроек и использования возможности масочного теста. Перед запуском тестирования верхней клавишей переключателя TEST ON/OFF необходимо создать или загрузить маску и выбрать действие. Для создания новой маски нажать функциональную клавишу NEW MASK, откроется меню создания маски. При нажатии функциональной клавиши COPY CHANNEL текущий сигнал может быть скопирован в память маски. Маска окрашена в белый цвет и появляется в виде контура входного сигнала. Если маска была скопирована или загружена, пользователь при помощи функциональных клавиш может изменять распространение формы сигнала и, следовательно, пределы тестирования. Используя клавиши меню Y-POSITION и STRETCH Y, можно сместить кривую маски, или соответственно увеличить ее в вертикальном направлении. Два пункта меню WIDTH Y и WIDTH X позволяют задать пределы допусков маски, а универсальная поворотная ручка или экранная клавиатура используются для ввода значений с разрешением 1/100 деления. Маска содержит минимальные и максимальные значения для каждого значения захваченных данных. Минимальное и максимальное значение для исходной кривой с единственным значением в данных одинаковы. Ширина маски указывает расстояние между наиболее удаленными точками и исходной точкой. Чем больше выбранное значение допуска, тем больше потенциальные отклонения кривой амплитуды. Маска допуска отображается в белом в фоновом режиме. Созданная и отредактированная маска может быть использована немедленно для измерения, однако, она сохраняется только временно в памяти инструмента. Функциональная клавиша SAVE используется для сохранения постоянно как в памяти прибора, так и на USB-носителе. Нажатие клавиши MENU OFF приведет к возврату в начальное меню.

Для загрузки маски, созданной ранее, выбрать пункт меню LOAD MASK, после чего откроется диспетчер файлов, позволяющий выбрать предварительно сохраненную маску (расширение файла .HMK). Загруженная маска может быть отредактирована в меню NEW MASK. Результаты изменения будут внесены в файл после редактирования с последующим сохранением. При нажатии клавиши ACTIONS в главном меню PASS / FAIL откроется меню, которое содержит возможные действия:

- 1 Воспроизвести звуковой сигнал, если превышены допустимые пределы.
- 2 Остановить тестирование при первом нарушении (или заданном пользователем порядковом номере нарушения).
- 3 Вывести на выход AUX OUT импульсный сигнал при первом нарушении.
- 4 Сделать снимок экрана при первом нарушении и сохранить его в USB-накопитель.
- 5 Сделать снимок экрана и вывести его на принтер.

Действие производится осциллографом в случае, если выполняется соответствующее условие (например, заданное количество нарушений маски). Каждому действию соответствует отдельное условие, которое может быть определено отдельно; каждое действие может выполняться независимо от остальных действий. Выбрать требуемое условие нажатием соответствующей функциональной клавиши, соответствующее подменю будет подсвечиваться синим цветом. Для возврата к главному меню и началу тестирования по маске следует нажать клавишу MENU OFF.

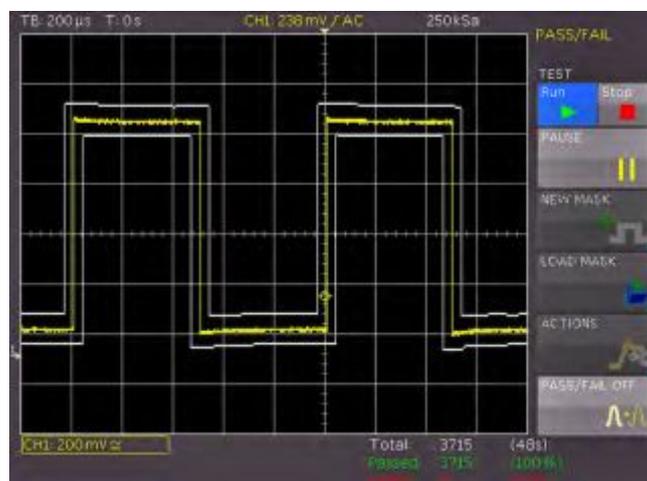


Рис. 9.8 – Тестирование на основе маски ГОДЕН/НЕ ГОДЕН.

Справа под окном отображения белым цветом показано итоговое количество тестов, а в скобках – общее время тестирования. Зеленым цветом показано количество успешных тестов, а в скобках их процент. Число неудачных тестов, а в скобках их процент, показаны красным цветом. После начала тестирования клавиша функционального меню PAUSE, до того момента не активная, будет активирована. Если данная клавиша нажата, то она станет синей, и тестирование будет остановлено, при этом захват сигнала и отсчет времени продолжатся. В случае повторного нажатия данной клавиши, тестирование будет продолжено, все счетчики событий продолжат подсчет. Если же тестирование будет остановлено нажатием клавиши STOP, то счетчики событий и времени будут остановлены. При повторном нажатии функциональной клавиши TEST все счетчики будут сброшены, и запустится новое тестирование. Выход из режима PASS/FAIL производится нажатием функциональной клавиши PASS/FAIL OFF.

9.5 Тестирование компонентов

Осциллографы оснащены встроенным тестером компонентов. Его можно включить после нажатия клавиши UTIL (в области VERTICAL) нажатием функциональной клавишей COMP. TEST. Испытуемый объект подключается к разъему AUX OUT при помощи переходника с BNC на 2 разъема (например, как на рис. 9.9, HZ20). После включения режима тестера

компонентов, предусилители входных каналов и развертка отключаются. При использовании тестера компонентов, сигналы могут подаваться на входы осциллографа без подключения испытуемого устройства к другим цепям. Можно проводить внутрисхемные испытания компонентов, но в таком случае от BNC-разъемов передней панели необходимо отключить все сигналы (см. следующий раздел: "Тестирование в схемах"). Принцип тестирования заключается в следующем: встроенный в осциллограф генератор формирует синусоидальный сигнал с частотой 50 Гц или 200 Гц (с точностью $\pm 10\%$), который подается на последовательно соединенные испытуемый объект и резистор. Если импеданс испытуемого объекта содержит только вещественную составляющую, как, например, в резисторе, оба напряжения будут в фазе; на экране будет отображаться прямая линия с определенным наклоном.

Если тестируются компоненты, которые находятся в цепях или инструментах, соответствующие цепи и приборы должны быть отключены прежде всего! Если они работают от сети, сетевой штекер тест-объекта должен быть вынут. Это гарантирует, что не будет петли связи между осциллографом и тест-объектом через защитное заземление, которая может вызвать неверные результаты.

Если испытуемый объект короткозамкнут, линия будет вертикальной (напряжение отсутствует, максимальный ток). Если испытуемый объект разомкнут или отсутствует, линия будет горизонтальной (есть напряжение, но нет тока). Угол наклона прямой относительно горизонтали пропорционален значению сопротивления, что позволяет измерять резисторы с сопротивлением в диапазоне от Ом до кОм.



Рис. 9.9 – Адаптер HZ20, подключенный к разъему AUX OUT

Конденсаторы и катушки индуктивности вызывают изменение фазы между напряжением и током и, следовательно, между напряжениями. Это приведет к появлению на экране эллипса. Местоположение и форма эллипса определяются мнимым сопротивлением на частоте 50 Гц (или 200 Гц). Емкость конденсаторов можно измерять в диапазоне от мкФ до мФ. Эллипс, вытянутый вдоль горизонтальной оси, указывает на большой импеданс (маленькая емкость или большая индуктивность). Эллипс, вытянутый вдоль вертикальной оси, указывает на маленький импеданс (большая емкость или маленькая индуктивность). Эллипс с наклонной осью указывает на относительно большие резистивные потери, последовательные с импедансом конденсатора или катушки индуктивности.

 **Тестируются могут только предварительно разряженные конденсаторы!**

Для полупроводниковых приборов переход от непроводящего к проводящему состоянию будет отображен на их характеристиках. По мере возможности с учетом доступных напряжений и токов отображаются прямые и обратные ветви вольт-амперных характеристик (например, до 9 В для стабилитронов).

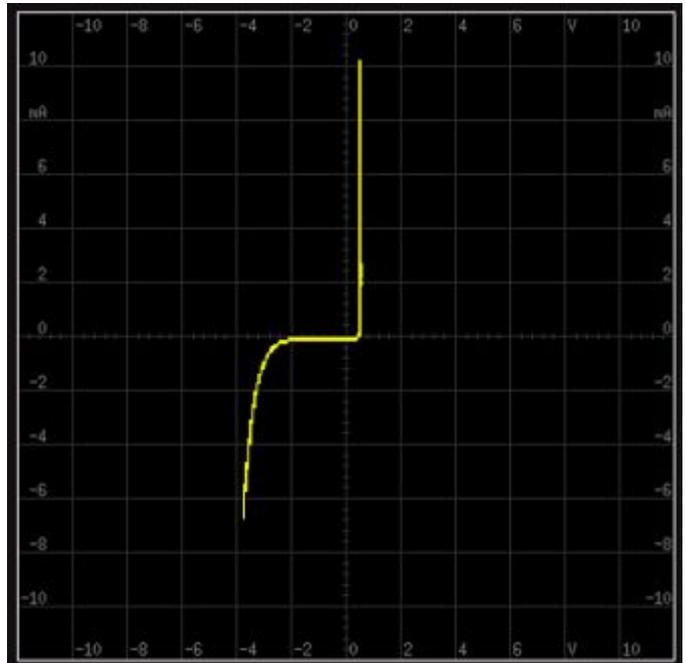


Рис. 9.10 – Пример тестирования компонентов

Так как проводятся двухполюсные измерения, коэффициент усиления транзистора определить нет возможности, тем не менее, можно измерить диодные переходы база-коллектор, база-эмиттер, коллектор-эмиттер. За редким исключением, проводить измерения диодов можно без риска их повреждения, так как максимальное напряжение ограничено 9 В, а ток – всего несколькими мА. Однако из этого следует, что невозможно измерить напряжения пробоя свыше 9 В. В целом, это не является недостатком, так как если в схеме есть дефект, будут наблюдаться грубые отклонения, указывающие на неисправный компонент. Весьма точные результаты можно получить путем сравнения с исправными компонентами. Особенно это верно для полупроводниковых приборов. Таким способом можно определить полярность диодов или транзисторов при отсутствии маркировки. Необходимо учитывать, что смена полярности полупроводникового прибора приведет к вращению изображения на 180 градусов относительно центра экрана. На практике более важной задачей является быстрое определение замыканий или разрывов в цепях, которые чаще всего приводят к неисправностям.

Настоятельно рекомендуется соблюдать необходимые меры предосторожности при работе с МОП-компонентами, которые могут быть повреждены разрядами статического электричества.

9.5.1 Тестирование в схемах

Проведение тестирования в схемах возможно во многих случаях, но при этом редко можно получить хорошие результаты. Параллельное соединение вещественных или комплексных сопротивлений – особенно, если они имеют довольно низкое значение на частоте

50 Гц/200 Гц – приведет к значительно отличающимся результатам по сравнению с измерениями отдельных компонентов. Если требуется часто проводить испытания цепей одного типа (при сервисном обслуживании), снова может помочь сравнение с исправными цепями. Это можно сделать быстро еще и потому, что исправные цепи не должны в процессе измерений функционировать и на них не должно подаваться питание. Необходимо просто произвести измерения с помощью кабелей тестера компонентов в различных контрольных точках испытываемой схемы и исправной схемы и сравнивать изображения на экране. Иногда испытываемый объект может уже содержать такую же исправную часть, это верно, например, для стерео цепей, двухтактных схем или симметричных мостовых схем. В случае сомнения, одну из частей исследуемого компонента можно отсоединить.

9.6 Цифровой вольтметр

Цифровой вольтметр полностью захватывает входные данные с выбранной вертикальной чувствительностью и базовой точностью АЦП.

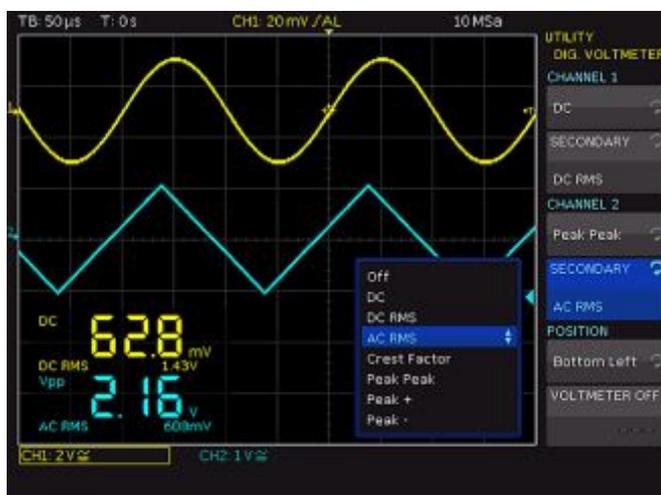


Рис. 9.6 – Цифровой вольтметр

На работу цифрового вольтметра не влияют настройки захвата и последующая обработка полученных значений. Значения определяются на измерительном интервале для обеспечения заданного частотного диапазона от 20 Гц до 100 кГц. Время измерения цифрового вольтметра не соответствует времени сбора данных. Поэтому измеренные цифровым вольтметром значения не могут быть такими же, как и значения, измеренные с помощью функции автоматических измерений AUTO MEASURE.

Функции анализа DIG. VOLTMETER (цифровой вольтметр) можно активировать с помощью меню UTIL в области панели управления VERTICAL. Цифровой вольтметр состоит из трехразрядного семисегментного дисплея и использует аналоговые каналы. Можно создать до четырех свободно настраиваемых измерений, где два измеренных значения (первичное и вторичное) отображаются для канала 1 (CH1) и два измеренных значения отображаются для канала 2 (CH2). Для каждого канала настройки измерения делится на положение первичного измерения (функциональная клавиша Channel 1 / Channel 2) и положение вторичного измерения (функциональная клавиша SECONDARY). Первичное измерение будет показано крупным

шрифтом, а вторичное – мелким шрифтом. Все измерения можно настроить независимо.

Доступны следующие первичные и вторичные измерения:

- **OFF:** Отображение измерений отключено
- **DC:** Среднее значение
- **DC RMS:** Среднеквадратическое значение (СКЗ)
- **AC RMS:** Среднеквадратическое отклонение (СКО)
- **CREST FACTOR:** Пик-фактор ($|X|_{\text{макс}}/X_{\text{СКЗ}}$)
- **PEAK PEAK:** Максимум-Минимум
- **PEAK +:** Максимум
- **PEAK -:** Минимум

Для изменения положения отображения цифрового вольтметра можно использовать функциональную клавишу POSITION. Если включен режим XY, положение цифрового вольтметра задано заранее и не может быть изменено. Для отключения функций цифрового вольтметра и закрытия меню можно использовать функциональную клавишу VOLTMMETER OFF.

10 Генерация сигналов

10.1 Функциональный генератор

Осциллографы оснащены встроенным функциональным генератором, который позволяет, например, формировать входные сигналы при проверке цепей. Для включения функционального генератора следует выбрать меню UTIL в области VERTICAL панели управления, а затем нажать функциональную клавишу FUNCTION GEN. Следующие сигналы могут быть сгенерированы и поданы на разъем AUX OUT:

- **DC (постоянное напряжение)**
- **SINE (синусоидальный):** диапазон частот от 0,1 Гц до 50 кГц
- **SQUARE WAVE (прямоугольный):** диапазон частот от 0,1 Гц до 50 кГц
- **PULSE (импульсный):** диапазон частот от 0,1 Гц до 10 кГц
- **TRIANGLE (треугольный):** диапазон частот от 0,1 Гц до 10 кГц

■ **RAMP (линейный):** диапазон частот от 0,1 Гц до 10 кГц
 Для выбора частоты сигнала следует воспользоваться функциональной клавишей FREQUENCY, а для установки амплитуды сигнала с помощью универсальной ручки или числовым способом с помощью экранной клавиатуры KEYPAD, следует воспользоваться функциональной клавишей AMPLITUDE. Кроме того, имеется возможность для выбора смещения постоянной составляющей (функциональная клавиша OFFSET). В информационной панели отображается окно предварительного просмотра соответствующего сигнала с выбранными параметрами.
 Для выключения функционального генератора и закрытия меню воспользуйтесь функциональной клавишей OFF.

10.2 Генератор тестовых последовательностей (Pattern)

Генератор тестовых последовательностей обеспечивает возможность параллельного вывода тестовых последовательностей на четыре контакта S0 ... S3, расположенных на передней панели прибора. В его основе лежит память объемом 2048 бит, которые могут выдаваться циклически или по отдельности. Все дополнительные функции генератора последовательностей работают с использованием этой памяти. Одновременный вызов нескольких функций невозможен. В информационной панели отображаются используемые контакты.

В меню генератора последовательностей представлены различные функции. Чтобы выбрать их, следует войти в меню UTIL в области VERTICAL и нажать функциональную клавишу PATTERN GEN.

Таблица 10.1 Настройки генератора тестовых последовательностей

Функция	Варианты настройки
Square wave	Частота / период, полярность, коэффициент Заполнения
Counter	Частота, направление счета
Arbitrary	Тактовая синхронизация, ввод последовательностей
Manual	Ручное переключение между четырьмя отдельными Kontakтами
UART	Полярность, задание битовой скорости
SPI/I ² C/CAN/LIN	Задание битовой скорости

10.2.1 Функция прямоугольный сигнал (Square Wave)

Для выполнения ручной компенсации пробников без использования мастера компенсации воспользуйтесь функциональным меню SQUARE WAVE. Для функции Square Wave используется тестовый шаблон, длина которого составляет 100 отчетов (100 состояний). Кроме того, возможно изменить полярность и коэффициент заполнения (от 1 % до 99 %).

10.2.2 Функция счётчик (Counter)

Функция позволяет вызвать 4-разрядную последовательность со счетчика. Пользователь может задать направление счета (клавиша функционального меню DIRECTION) и частоту (клавиша функционального меню FREQUENCY). Введенная пользователем частота всегда привязана к моменту изменения логического состояния в последовательности. Это позволяет получить прямоугольный сигнал на каждом из контактов, в соответствии с таблицей 10.2.

Таблица 10.2

Контакт	Частота
S0	f/2
S1	f/4
S2	f/8
S3	f/16

10.2.3 Произвольная форма (Arbitrary)

Пользователь может задать 4-разрядную тестовую последовательность длиной 2048 отсчетов с помощью функционального меню ARBITRARY. Созданная последовательность может быть сохранена или вызвана из памяти. При включении функции Arbitrary, будет восстановлен предустановленный шаблон, который может быть сформирован автоматически. Это значит, что последовательность SPI может быть проанализирована и в случае необходимости адаптирована.

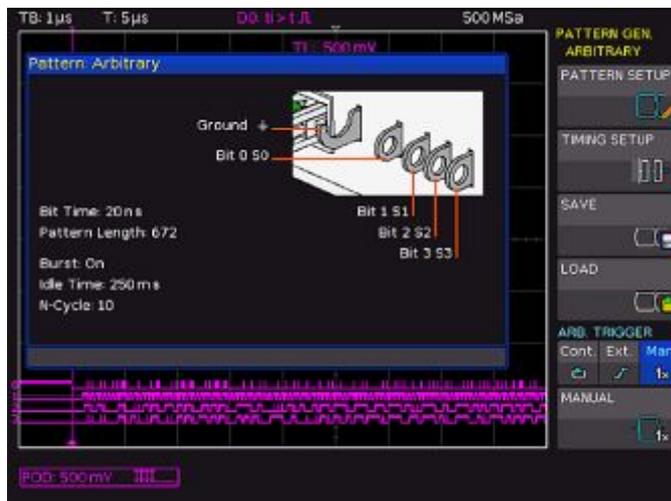


Рис. 10.1 – Меню Arbitrary

Доступны следующие возможные настройки:

- **PATTERN SETUP (настройка последовательности):** Для установки длины тестового шаблона следует воспользоваться функциональной клавишей PATTERN LENGTH. Для выбора отдельных отсчетов можно использовать клавишу INDEX, а также поворотной ручкой или экранной клавиатурой. Выбранный отсчет будет отмечен на информационной панели голубой линией. В окне отобразится тестовая последовательность для всех четырех разрядов. Рядом с указанным индексом будут отображены ±8

битов. Для изменения значения выбранного отчета воспользуйтесь функциональной клавишей VALUE. Для задания большого количества отсчетов с одинаковыми значениями воспользуйтесь клавишей функционального меню DRAW. Настройка VALUE останется неизменной и будет применена ко всем выбранным индексам. При удалении тестового шаблона (клавиша функционального меню DELETE ALL) значение ее длины будет сброшено на 1. Уровни сигнала на всех контактах будут установлены на 0.

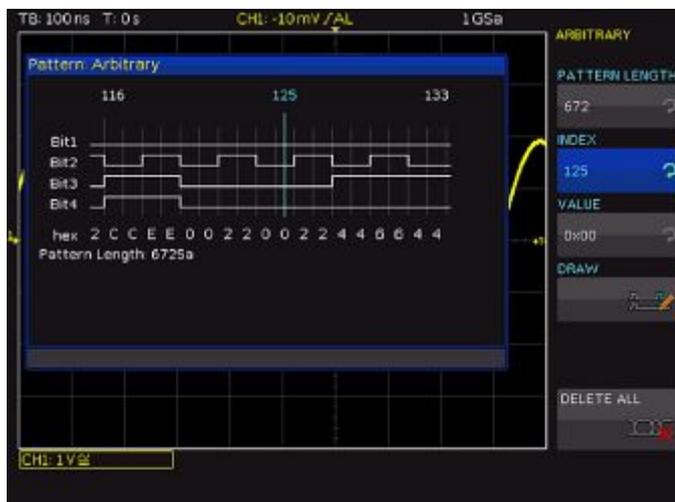


Рис. 10.2 – Настройка последовательности: Arbitrary

■ TIMING SETUP (настройка временных параметров):

Для задания времени использования каждого отсчета следует использовать функциональную клавишу BIT TIME. Значение времени одинаково для всех отсчетов. Настройка PERIOD применяется ко всей тестовой последовательности и рассчитывается путем умножения длины последовательности на интервал бита (время выборки). Если функция BURST включена (ON), прибор будет приостанавливать работу после каждой сгенерированной последовательности на время простоя IDLE TIME, формирование следующей последовательности возобновится вновь только после его истечения. Возможность настройки N-CYCLE позволяет пользователю повторить последовательность <n> раз. Интервал бита может быть задан из интервала значений от 20 нс до 42 с с шагом 10 нс с помощью использованием 32-разрядного счетчика. Время простоя IDLE TIME между шагами последовательности может быть также задано из интервала значений от 10 нс до 42 с с шагом 10 нс. Значения можно устанавливать универсальной ручкой или при помощи экранной клавиатуры.

■ SAVE/RECALL (сохранить/загрузить):

Сформированная вручную тестовая последовательность может быть сохранена или загружена с помощью функциональных клавиш SAVE или RECALL. Последовательность может быть сохранена во внутреннюю память прибора или на внешний USB-носитель. Будут сохранены тестовая последовательность и временные настройки.

■ ARB. TRIGGER (произвольный запуск):

Функциональная клавиша ARB. TRIGGER обеспечивает доступ к трем вариантам запуска. Вариант CONT. (непрерывный запуск) обеспечивает непрерывное формирование тестовых последовательностей. Если включена функция BURST, между последовательностями выдерживается время простоя IDLE TIME. В режиме непрерывного запуска настройка N-CYCLE игнорируется. Для варианта EXT. (внешний

запуск) последовательность формируется по перепаду внешнего входного сигнала осциллографа (на разъеме TRIG. EXT.). Если включен вариант BURST, последовательность будет сформирована <n> раз (см. N-CYCLE). Кроме того, поддерживается возможность задания полярности запускающего перепада. Если в качестве полярности перепада выбрано значение BOTH, запуск выполняется как по переднему, так и по заднему фронту; запуск шаблона осуществляется по первому перепаду вне зависимости от его направления. Если установлен вариант MAN., тестовая последовательность формируется вручную при нажатии соответствующей клавиши. Если включена функция BURST, к формированию применяются значения, заданные в настройках IDLE TIME и N-CYCLE.

10.2.4 Ручной режим (Manual)

При работе в режиме ручного задания тестовых последовательностей режимы для отдельных контактов S0 ... S3 могут быть установлены индивидуально. Каждому контакту назначается отдельная функциональная клавиша, и выбирается состояние HIGH (H) или LOW (L)

10.2.5 Источник сигналов последовательной шины

Можно использовать контакты генератора последовательностей, расположенные на передней панели прибора, для формирования следующих сигналов последовательной шины (для проведения измерений в отсутствие источника сигналов), в зависимости от выбранной настройки:

- SPI: скорость передачи данных 100 кбит/с, 250 кбит/с или 1 Мбит/с
- I²C: скорость передачи данных 100 кбит/с, 400 кбит/с, 1 Мбит/с или 3,4 Мбит/с
- UART: скорость передачи данных 9600 кбит/с, 115,2 кбит/с или 1 Мбит/с
- CAN: до 50 Мбит/с
- LIN: до 50 Мбит/с

Сигналы последовательной шины являются псевдослучайной последовательностью и не поддаются настройке. Можно выбрать только тип последовательной шины и тактовую частоту.

Контакт, расположенный в левом верхнем углу, всегда заземлен, уровни сигналов составляют около 1 В. В приведенной ниже таблице описано использование четырех выводов S1, S2, S3 и S0 в зависимости от типа сигнала.

Таблица 10.3 – Назначение контактов источника сигнала шины

Сигнал	S1	S2	S3	S0/⏏
SPI	Clock (тактовый)	MOSI	MISO	Chip Select (выбор кристалла)
I ² C	Data SDA (данные)	отсутствие сигнала	отсутствие сигнала	Clock SCL (тактовый)
UART	RX (прием)	отсутствие сигнала	отсутствие сигнала	TX (передача)
CAN	CAN L	отсутствие сигнала	отсутствие сигнала	CAN H
LIN	Low (низкий)	отсутствие сигнала	отсутствие сигнала	High (высокий)

Для каждого режима работы отображается информационное окно, в котором указывается

соответствующее назначение каждого контакта. Чтобы вызвать подменю настройки битовой скорости для выбранного режима работы, следует нажать соответствующую клавишу функционального меню. В меню SAVE/RECALL в подменю DEVICE SETTINGS при помощи функциональной клавиши LOAD можно вызвать из внутренней памяти осциллографа предварительно настроенные файлы конфигурации последовательных шин SPI/SSPI, I²C, UART, CAN и LIN.

11 Документирование, сохранение и вызов

Осциллограф поддерживает сохранение и вызов всех экранных копий, настроек, определенных пользователем (например, условия запуска и настройки развертки), опорных сигналов, осциллограмм и наборов формул. Для опорных сигналов, настроек прибора и наборов формул может использоваться внутренняя память. Эти данные, экранные копии и данные осциллограмм можно также сохранить на USB-носителе.

Объем USB-носителя не должен превышать 4 Гб, должна использоваться система FAT16/32. Следует избегать хранения большого количества файлов на USB-носителе.

Для получения доступа к главному меню сохранения и загрузки следует нажать клавишу SAVE/RECALL в области GENERAL.

11.1 Настройки прибора

При нажатии функциональной клавиши DEVICE SETTINGS откроется соответствующее меню сохранения настроек прибора. Нажатие соответствующих клавиш в этом меню вызывает подменю для сохранения, загрузки ранее сохраненных, а также для экспорта и импорта настроек прибора.

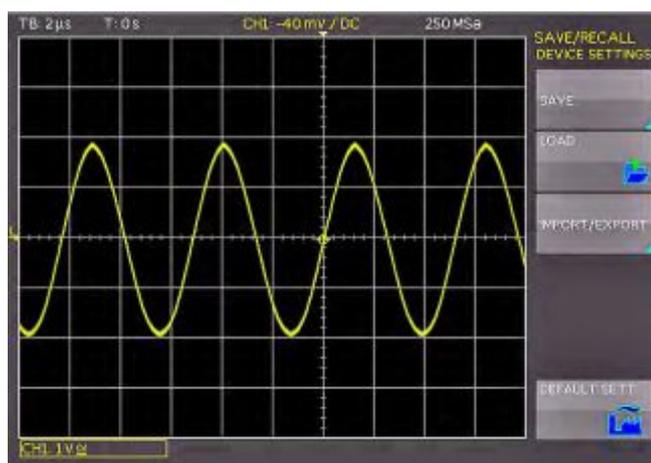


Рис. 11.1 – Основное меню настроек прибора

Меню сохранения открывается нажатием клавиши SAVE.

С помощью функциональной клавиши STORAGE можно выбрать место хранения (внутренняя память или USB-устройство на передней панели) для сохранения настроек прибора. Нажатие этой клавиши приводит к открытию диспетчера файлов. Имя файла (FILE NAME) может быть изменено требуемым образом (SETXXXX является именем файла по умолчанию). Используя функциональную клавишу COMMENT, можно ввести комментарий к сохраняемому файлу, который будет отображаться в примечании к файлу в диспетчере файлов. Последующее нажатие функциональной клавиши SAVE сохранит сделанные настройки. Для вызова сохраненных настроек прибора, следует нажать функциональную клавишу LOAD для того, чтобы выбрать одноименную функцию. Откроется диспетчер файлов, навигация в котором осуществляется с помощью клавиш меню и универсальной поворотной ручки. После выбора места расположения и требуемого файла, его загрузка

производится также нажатием функциональной клавиши LOAD.

Настройки прибора, сделанные в более ранних версиях ПО (файлы *.scf) также поддерживаются для загрузки новым программным обеспечением.

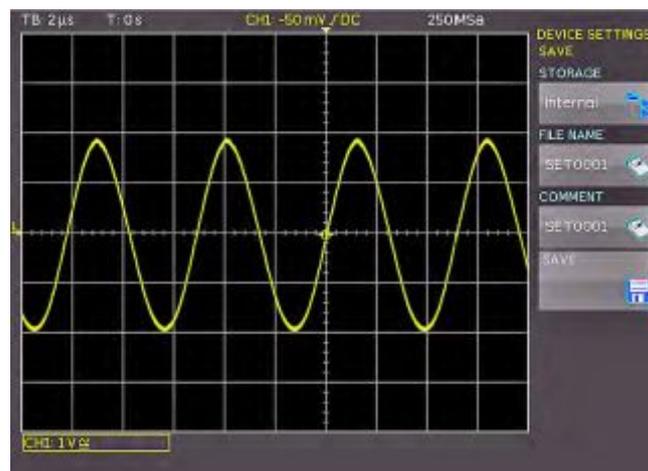


Рис. 11.2 – Сохранение настроек прибора

Диспетчер файлов позволяет также удалять отдельные файлы настроек из памяти, для этого с помощью поворотной ручки следует выбрать требуемый файл и нажать функциональную клавишу REMOVE FILE. Если к прибору подключен USB-носитель и он выбран в качестве места хранения данных, то дополнительно можно изменять или удалять каталоги. Для сортировки нескольких файлов настроек по имени, типу, размеру или дате осуществляется при нажатии функциональной клавиши SORT ENTRIES.

Для того чтобы экспортировать или импортировать настройки прибора, необходимо подключить USB-носитель, иначе данное меню будет недоступно

Подменю IMPORT/EXPORT позволяет копировать файлы настроек прибора с внутренней памяти на USB-носитель и наоборот. Для копирования следует выбрать источник (SOURCE) и приемник (DEST. PATH) файла. Для выбора места хранения следует использовать поворотную ручку, что откроет диспетчер файлов. Нажатие функциональной клавиши IMPORT/EXPORT по умолчанию приведет к копированию выбранного файла настроек.

Пункт меню DEFAULT SETTINGS производит сброс прибора в состояние с заводскими настройками по умолчанию.

11.2 Опорные сигналы

Опорные сигналы – это наборы данных, в которых содержатся данные настроек и данные АЦП. Они могут быть сохранены и повторно загружены во внутреннюю память прибора или на внешнее запоминающее устройство. Данные могут быть загружены в одну из четырех областей памяти опорных сигналов (RE1-RE4), содержимое которых также может быть отображено. Основной особенностью опорных осциллограмм является тот факт, что вся информация (например, масштаб по вертикальной оси, настройки временной развертки, данные АЦП) включается в набор данных в момент сохранения или повторной загрузки, что позволяет проводить сравнение сохраненного сигнала и его соответствующих значений в текущем.

Функциональное меню REFERENCES позволяет импортировать или экспортировать опорные осциллограммы (при помощи функциональной клавиши IMPORT/EXPORT). Опорные осциллограммы могут быть переданы в другие осциллографы серии HMO. Стандартное меню для диспетчера файлов позволяет копировать опорные осциллограммы из внутренней памяти на внешний USB-носитель. Верхнее функциональное меню SOURCE, позволяет использовать универсальную поворотную ручку в области CURSOR/MENU для выбора источника сохраняемой опорной осциллограммы. В качестве источника могут быть выбраны активные каналы и расчетные кривые. Вызов меню для сохранения и загрузки осуществляется нажатием клавиши REF в области VERTICAL панели управления. Использование функциональных клавиш RE1 ... RE4 позволяет задействовать до четырех опорных осциллограмм. Для отображения выбранного опорного сигнала или для обновления текущего опорного сигнала следует нажать функциональную клавишу DISPLAY.

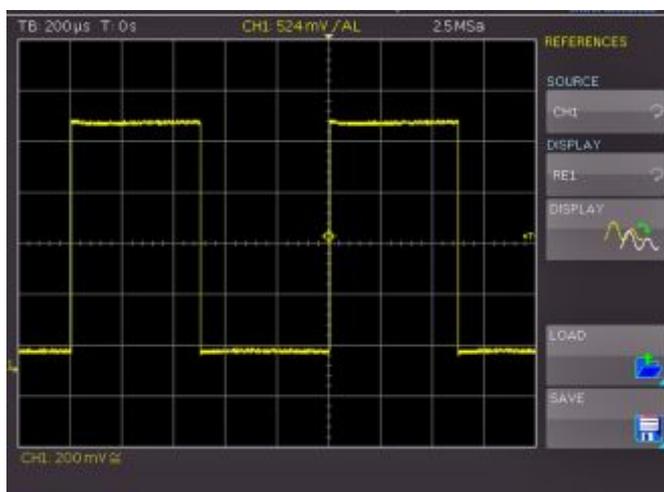


Рис. 11.3 – Меню сохранения опорных сигналов

Для загрузки опорной осциллограммы из USB-носителя или внутренней памяти следует вызвать функциональное меню LOAD. В открывшемся окне будут показаны опорные осциллограммы, сохраненные во внутреннюю память. Требуемый опорный сигнал может быть выбран в верхнем пункте меню, а также нажатием функциональной клавиши LOAD в диспетчере файлов. Для подтверждения загрузки и отображения опорной осциллограммы следует повторно нажать клавишу LOAD в диспетчере файлов. Для сохранения опорной осциллограммы нажмите клавишу SAVE, выберите источник, место сохранения, имя файла и кривую и нажмите функциональную клавишу SAVE (с пиктограммой диска). Имя файла FILE NAME может быть изменено требуемым образом (REX – имя по умолчанию). Для добавления комментария, который будет отображаться в нижней части окна диспетчера файлов при выборе файла, воспользуйтесь клавишей функционального меню COMMENT.

11.3 Осциллограммы

Кроме опорных осциллограмм пользователь имеет возможность сохранения также данных АЦП. Осциллограммы могут сохраняться только на внешние USB-носители (не во внутреннюю память). Максимальное количество сохраняемых точек зависит от параметров развертки, а также частоты дискретизации, выбранной в меню ACQUIRE (AUTOMATIC, MAX. SAMPLE RATE или MAX. WAVEFORM RATE).

Все содержимое памяти может быть считано только в режиме STOP при максимальном значении частоты дискретизации (меню ACQUIRE).

В функциональном меню STORAGE в качестве места сохранения выбран USB-разъем на передней панели прибора. Конкретное место сохранения может быть указано после обнаружения USB-носителя. Для подключенного USB-носителя поддерживается возможность изменения, создания или удаления каталогов. Для упорядочивания нескольких сохраненных файлов по имени, типу, размеру или дате можно воспользоваться клавишей функционального меню SORT ENTRIES. После нажатия ACCEPT DIR. для подтверждения целевого каталога произойдет автоматический возврат в главное меню сохранения осциллограмм.

Функциональное меню TRACES позволяет использовать универсальную ручку в области CURSOR/MENU для выбора канала, данные которого будут сохранены в качестве осциллограммы. Могут быть выбраны только те каналы, которые были включены с помощью соответствующих кнопок. Кроме того, имеется возможность одновременного сохранения данных всех видимых каналов.

Сохранение данных всех видимых каналов возможно только в формате CSV.

Функциональная клавиша FILE NAME вызывает меню для ввода имени, где можно задать имя файла с помощью универсальной поворотной ручки или экранной клавиатуры, после чего подтвердить выбор нажатием ACCEPT (TRC – имя по умолчанию). Главное меню сохранения осциллограмм возвратится автоматически. Для изменения формата файла вызовите окно выбора нажатием функциональной клавиши FORMAT. Требуемый формат может быть выбран с помощью универсальной поворотной ручки в области CURSOR/MENU. Поддерживаются следующие форматы:

- **BIN (MSB/LSB):**
В двоичном файле могут содержаться значения байта любого типа. Захваченные данные осциллограммы будут сохранены без указания временных характеристик.
- **FLT (MSB/LSB):**
В файле FLT полученные данные представлены в виде значений напряжения. Объем полученных данных для файла CSV в 16 раз больше, чем для файла FLT. Значения напряжения сохраняются в формате с плавающей точкой (4 байта в формате с плавающей точкой, двоичные, порядок следования байтов "Big Endian" (первый старший)). Этот файл может быть повторно использован, например, в программах, написанных пользователями.
- **CSV (значения, разделенные запятыми):**
В файлах CSV данные осциллограммы сохраняются в табличном формате. Все строки таблицы разделяются запятыми.

Пример: осциллограмма со всеми видимыми каналами [s],CH1[V],CH2[V]
-4.99500E-07,-2.601E-03
-4.99000E-07,-6.012E-04
-4.98500E-07,-6.012E-04
-4.98000E-07,1.399E-03

Если выбрать настройку "Max. Sampling Rate" в меню ACQUIRE, две строки таблицы будут выделены под временную метку в ходе экспортирования файла CSV, поскольку для этого временного интервала должно быть указано минимальное и максимальное

значения. Для получения значений амплитуды, соответствующих временной метке, следует в меню ACQUIRE выбрать настройку "Automatic".

- **TXT:** Файлы TXT – это файлы ASCII, в которых содержатся только значения амплитуды (значения времени отсутствуют). Значения амплитуды разделяются запятыми. Пары значений перечисляются в виде отдельных значений без идентификации.

Пример:

1.000E-02,1.000E-02,1.000E-02,1.000E-02,3.000E-02

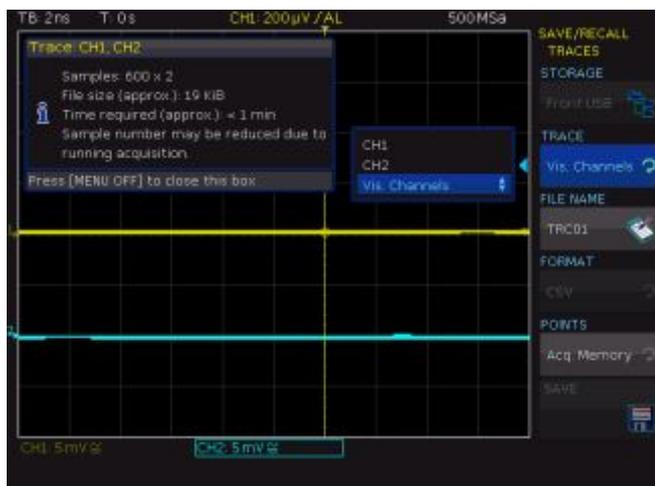


Рис. 11.4 – Меню сохранения осциллограммы

Используя универсальной поворотной ручкой в области CURSOR/MENU, можно в функциональном меню POINTS выбрать режим сохранения: только отображаемое содержимое памяти или содержимое всей памяти для собранных данных. Для указания комментария к сохраняемому файлу можно использовать функциональную клавишу COMMENT. После внесения всех данных следует нажать функциональную клавишу STORE для сохранения выбранных кривых в соответствии с настройками.

11.4 Снимки экрана (скриншоты)

Снимки экрана – это наиболее важный формат сохранения информации для целей документирования. Снимок экрана представляет собой графический файл, в котором отражается текущее содержимое экрана в момент сохранения.

Функциональное меню STORAGE в качестве места сохранения позволяет выбрать только USB-разъем на передней панели прибора. Конкретное место сохранения может быть указано после обнаружения USB-носителя. Для подключенного USB-носителя поддерживается возможность изменения, создания или удаления каталогов. Для упорядочивания нескольких файлов скриншотов по имени, типу, размеру или дате можно использовать функциональную клавишу SORT ENTRIES. Для подтверждения целевого каталога и автоматического возврата в главное меню скриншотов следует нажать ACCEPT DIR. Функциональная клавиша FILE NAME открывает меню для ввода имени, где можно задать имя с помощью универсальной поворотной ручки или экранной клавиатуры, и подтвердить выбор нажатием ACCEPT (SCR – имя по умолчанию). Главное меню снимков экрана возвратится автоматически. Формат графического файла определяет глубину цвета и тип сжатия данных. Качество различных форматов при отображении на экране осциллографа одинаково. В

функциональном меню FORMAT могут быть выбраны следующие форматы файлов:

- **BMP** = формат растровых изображений Windows
- **GIF** = формат графического обмена
- **PNG** = переносимая сетевая графика

После нажатия функциональной клавиши COLOR MODE при помощи универсальной поворотной ручки можно выбрать один из следующих цветовых режимов:

- **GRAYSCALE:** При выборе режима GREYSCALE цвета при сохранении осциллограммы будут преобразованы в соответствии со шкалой оттенков серого
- **COLOR:** При выборе режима COLOR осциллограмма будет сохранена в тех же цветах, в которых она отображается на экране.
- **INVERT (HG):** При выборе режима INVERT (HG) осциллограмма будет сохранена в цвете с инвертированным цветом фона.
- **INVERT (BG, GRAY):** При выборе режима INVERT (BG, GRAY) осциллограмма будет сохранена в сером цвете с инвертированным цветом фона.
- **INVERT (ALL):** При выборе режима INVERT (ALL) осциллограмма и фон будут сохранены с инвертированным цветом.
- **INVERT (ALL, GRAY):** При выборе режима INVERT (ALL, GRAY) осциллограмма и фон будут сохранены в сером цвете.

При нажатии клавиши SAVE текущее содержимое экрана будет сохранено в указанное место с выбранным именем и форматом.

11.4.1 Принтер

Функциональная клавиша PRINT позволяет немедленно распечатать снимок экрана на подключенном принтере. В качестве "языка принтера" могут быть использованы, PCL-5, или PCL-XL (или PCL-6) и Postscript. При обнаружении принтера функциональная клавиша PRINT станет доступной для выбора.

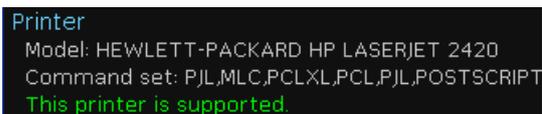


Рис. 11.5 – Пример принтера, поддерживаемого осциллографом

Поддерживаемый принтер отобразится в функциональном меню DEVICE INFOS. При этом надпись "This printer is supported" (принтер поддерживается) не означает, что подключенный принтер будет работоспособен. Надпись означает лишь, что USB-соединение с принтером успешно установлено, и важные свойства принтера соответствуют требуемым (например, язык принтера PCL или PCL-XL). Подключенные PCL-принтеры посылают в осциллограф идентификационную строку. Стандарт этой идентификационной строки должен быть для всех принтеров одинаковым, но в продаже существуют принтеры с иными идентификаторами. В последнем случае осциллограф не может определить принтер по причине того, что в приборе отсутствует система Windows, способная определить отклонение идентификационной строки от стандарта.

Для обеспечения корректности распечатанных данных нажмите клавишу RUN/STOP для остановки процедуры сбора данных перед печатью.

В случае если соединение с принтером невозможно, имеется возможность работать со сделанными скриншотами при помощи программного обеспечения HME Explorer. Бесплатное ПО HMScreenshot (программный модуль ПО HME Explorer) обеспечивает возможность передачи снимков экрана в формате растровых изображений, GIF или PNG из осциллографа через интерфейс RS-232 или USB на подключенный ПК, где снимки экрана могут быть сохранены и затем распечатаны. Для получения дополнительной информации о программном обеспечении обратитесь к встроенной справке ПО HME Explorer.

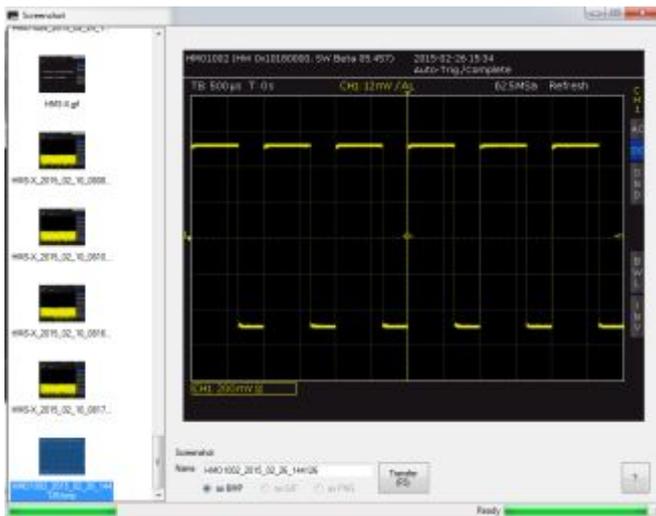


Рис. 11.6 – Модуль работы со скриншотами ПО HME Explorer

11.5 Определение функции нажатия клавиши FILE/PRINT

Клавиша FILE/PRINT в области GENERAL передней панели позволяет сохранять настройки прибора, осциллограммы, снимки экрана одним ее нажатием. Однако необходимо, чтобы предварительно были определены требуемые настройки места назначения, имя файла и т.д. (см. описания в предыдущих главах). Для открытия меню настроек клавиши FILE/PRINT, необходимо нажать клавишу SAVE/RECALL, чтобы вызвать главное меню, затем выбрать подпункт меню FILE/PRINT.

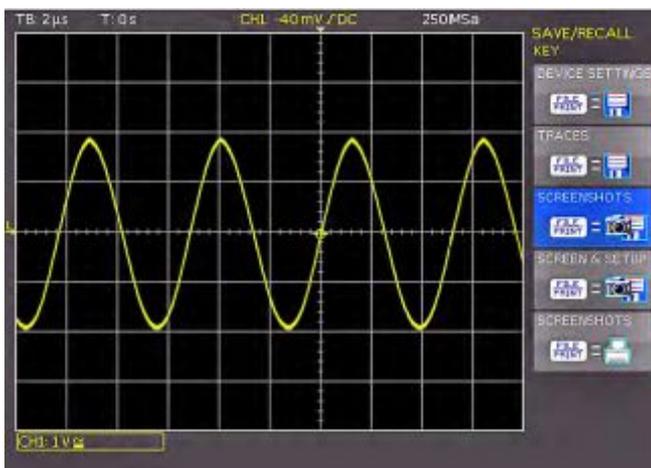


Рис. 10.8 – Определение функции клавиши FILE/PRINT

При нажатии соответствующей клавиши функционального меню, можно одно из следующих действий:

- **DEVICE SETTINGS** Сохранение настроек прибора
- **TRACES** Сохранение осциллограмм
- **SCREENSHOTS** Сохранение снимков экрана
- **SCREEN & SETUP** Сохраняет снимков экрана и настроек прибора
- **PRINT** Прямая печать на совместимый принтер (Postscript, некоторые PCL и PCLX принтеры)

После выбора требуемого действия нажатием соответствующей клавиши, принятое значение будет выделено синим фоном. При нажатии клавиши MENU OFF меню будет выключено. При последующем нажатии клавиши FILE/PRINT будет выполняться соответствующее действие

12 Работа в режиме смешанных сигналов (опционально)

Все осциллографы в базовой комплектации снабжены разъемами для подключения логических пробников HO3508 с 8 цифровыми логическими каналами. Встроенное ПО, требуемое для работы в режиме смешанных сигналов уже содержится в каждом осциллографе, необходимо лишь приобрести и подсоединить активные логические пробники HO3508. В осциллографах НМО1052, НМО1072 и НМО1102 при включении пробника POD автоматически будет выключен аналоговый канал 2, поэтому в них возможно только сочетание одного аналогового и 8 цифровых каналов. Осциллографы НМО1212, НМО1222 и НМО1232 позволяют работать в конфигурации с одновременным отображением двух аналоговых и 8 логических каналов.



Рис. 12.1 – Опциональный логический пробник HO3508

12.1 Логический запуск для цифровых входов

Дополнительную информацию о логическом запуске для входов логического пробника можно найти в разделе 6.3.3.

12.2 Функции отображения для логических каналов

Для различения логических состояний (высокое/низкое) в меню VERTICAL необходимо задать соответствующий уровень.

Для включения цифровых каналов следует нажать клавишу POD в области VERTICAL. На экране отобразятся цифровые каналы 0-7. В логических каналах логическая единица ONE будет показана полосой шириной в два пикселя, а логический ноль ZERO будет иметь полосу шириной в один пиксель. В информационном поле в левом нижнем углу экрана после названия канала POD будет показан заданный логический уровень и отображен рисунок, указывающий логические состояния.

Теперь можно выбрать вертикальное положение и размер отображения логического канала, как это описано для работы с аналоговыми каналами. Для выбора настроек (если выбрана функциональная клавиша "0/7", подсвеченная синим) можно воспользоваться ручками Y-POSITION [18] и VOLTS/DIV [20]. Если необходимо отобразить менее 8 логических каналов или изменить положение и размер отдельных логических каналов, можно использовать сокращенное меню в сочетании с функциональными клавишами (каналы 0-7) и кнопками Y-

POSITION [18] и VOLTS/DIV [20] для выбора соответствующих настроек. Выбор каналов производится нажатием функциональных клавиш ▲ и ▼. Это позволяет изменять размер и положение отображения отдельно для каждого канала.

Сброс настроек положения и размера отображения отдельных логических каналов может быть выполнен на странице 2|2 меню POD. Кроме того, есть возможность воспользоваться функцией задания имен отдельных битов логического канала с помощью функционального меню NAME. Эти имена будут отображаться на масштабной сетке и в распечатке. Первой функцией является включение (ON) или выключение (OFF) отображения канала. Следующая функция включает пункт меню LIBRARY. После выбора этой функции можно воспользоваться универсальной поворотной ручкой для выбора одного из предложенных имен. Клавиша EDIT LABEL позволяет задать новое или изменить предложенное имя. Можно ввести до 8 символов. Для подтверждения имени в редакторе воспользуйтесь клавишей ACCEPT. Введенное имя будет показано на изображении. Имя присваивается конкретному сигналу и будет перемещаться вместе с ним при любом его смещении.

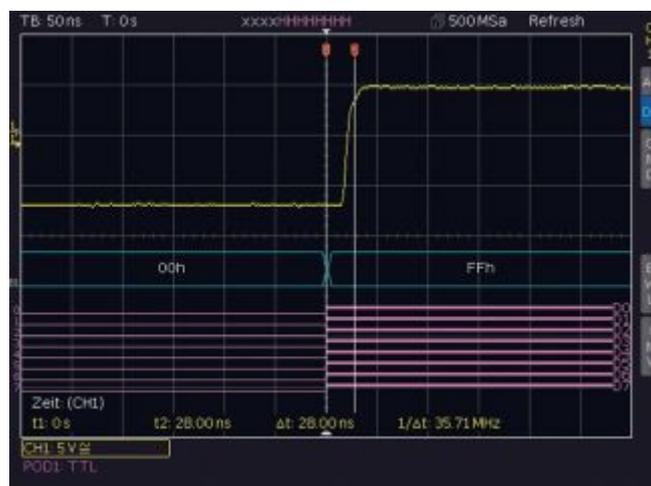


Рис. 12.2 – Изменения сигнала в 8-разрядном ЦАП.

12.3 Отображение логических каналов в виде шины

В осциллографе имеется возможность объединения цифровых каналов для формирования шин, которые будут отображены на экране в виде ячейки таблицы. Как правило, может быть создано две независимых шины. Например, можно объединить 8-разрядную шину адреса с 8-разрядной шиной данных. Для настройки этих шин следует нажать кнопку BUS в области VERTICAL. Затем нажмите кнопку MENU в области VERTICAL. В открывшемся меню нажмите верхнюю клавишу функционального меню BUS для выбора настраиваемой шины: B1 или B2.

При помощи функциональной клавиши BUS TYPE можно выбрать тип шины для отображения и анализа. Тип шины определяет шинную структуру и имеет различное содержание, в зависимости от того, последовательная шина или параллельная, а также от количества информационных и тактовых сигналов. Универсальная ручка позволяет выбрать тип шины: PARALLEL (параллельная) или PARALLEL CLOCKED (параллельная с тактированием). Для того чтобы определить источник и структуры шины, следует выбрать пункт меню CONFIGURATION. Содержимое меню меняется в зависимости от выбранного типа шины. После нажатия

верхней функциональной клавиши BUS WIDTH можно воспользоваться универсальной поворотной ручкой для выбора разрядности шины: 1-8 бит. Содержимое таблицы с отображением назначения битов автоматически меняется в соответствии с выбором пользователя. Каждый бит отображаемой шины имеет источник. Источник соотносится с отдельными битами POD. В зависимости от измерительной установки источники могут быть назначены с помощью функциональной клавиши SOURCE и универсальной поворотной ручки в области CURSOR/MENU.

Функциональные клавиши PREVIOUS/NEXT BIT позволяют перемещать полосу выбора для определения источника отдельных битов. Выбранный бит выделяется синим цветом. В левой части таблицы содержатся биты в фиксированной последовательности, начиная с верхней строки со значением D0 (или LSB, младший значащий разряд). Универсальная ручка позволяет назначать действительный логический канал выбранному разряду шины. Такое распределение может быть сделано без ограничений; также можно использовать отчасти схожие логические каналы для назначения в двух возможных шинах. При выборе в качестве типа шины (BUS TYPE) типа PARALLEL CLOCKED можно воспользоваться нижней функциональной клавишей CONTROL WIRES для выбора источников сигнала CHIP SELECT (выбор кристалла), а также универсальной поворотной ручкой для выбора настроек для тактовых импульсов (CLOCK). Функциональная клавиша ACTIVE используется для назначения уровня сигнала выбора кристалла: High (высокий) или Low (низкий) Active. Функциональная клавиша SLOPE позволяет выбрать тип фронта для переключения состояния: нарастающий, спадающий или оба типа. Текущий выбор всегда выделяется синим цветом, и отображается после метки CLK в окне источника битов. Для возврата в главное меню шины данных следует нажать клавишу MENU OFF.

Выбор функционального меню DISPLAY SETUP позволяет отобразить подменю для выбора формата и размера отображения. Универсальная ручка в этом подменю позволяет выбрать формат для декодирования значений шины из следующих вариантов:

- двоичный
- шестнадцатеричный
- десятичный
- ASCII

Декодированные значения будут отображены в ячейках/таблицах шин в соответствии с выбранным форматом. Следующая функциональная клавиша BITS может быть использована для включения (ON) или выключения (OFF) отображения таблицы для отдельных битов шины. Для выбора положения отображения шины на экране можно воспользоваться ручкой управления POSITION. Ручка VOLT/DIV позволяет определить размер отображения таблицы. Это может быть удобно при использовании двоичного формата, поскольку позволяет отобразить все значения, находящиеся в четырех строках даже в кратких таблицах.

12.4 Курсорные измерения в логических каналах

Если были включены логические каналы, то некоторые параметры могут быть измерены курсорами (клавиша CURSOR MEASURE). Для всех включенных логических каналов пробника POD доступны следующие измерения:

TIME (время):

На экране показывается положение во времени обоих курсоров относительно положения времени запуска; а также разница во времени между положениями двух курсоров, из которой затем вычисляется частота.

RATIO X (отношение по оси X):

В данном режиме используется 3 курсора. Показываются временные отношения между первым и вторым и между первым и третьим курсорами. Представление будет производиться в формате с плавающей запятой, в процентах, в градусах и в радианах.

V-MARKER (маркер напряжения):

Для логических каналов будет измерено логическое значение выбранного POD в положении соответствующего курсора и показано в шестнадцатеричном или десятичном формате

12.5 Автоматические измерения в логических каналах

При работе с логическими каналами можно воспользоваться функциями автоматического измерения для определения ряда параметров.

Для всех задействованных логических каналов пробника POD возможен выбор следующих типов измерений:

- **FREQUENCY** (частота)
- **PERIOD** (период)
- **PULSE WIDTH +/-** (длительность импульса)
- **DUTY CYCLE +/-** (коэффициент заполнения)
- **DELAY** (задержка)
- **PHASE** (фаза)
- **BURST WIDTH** (размер пакета)
- **COUNT PULSE +/-** (счетный импульс)
- **COUNT (pos./neg.)** (подсчет положительных и отрицательных импульсов)

13 Анализ последовательных шин (опционально)

13.1 Программные опции (лицензионные ключи)

Функционал осциллографов может быть расширен при помощи установки опций или лицензионных ключей для запуска и декодирования последовательных шин данных.

■ HOO10/HV110:

Опция HOO10 и соответствующий программный ключ HV110 могут быть использованы для запуска и декодирования шин I²C, SPI и UART/RS-232 в цифровых каналах (для чего необходим логический пробник HO3508), а также в аналоговых каналах. Эта опция позволяет производить декодирование двух последовательных шин одновременно.

■ HOO11/HV111:

Опция HOO11 и соответствующий программный ключ HV111 могут быть использованы для запуска и декодирования шин I²C, SPI и UART/RS-232 только в аналоговых каналах и позволяют производить декодирование сразу только одной последовательной шины.

■ HOO12/HV112:

Опция HOO12 и соответствующий программный ключ HV112 могут быть использованы для запуска и декодирования шин CAN и LIN в цифровых каналах (для чего необходим логический пробник HO3508), а также в аналоговых каналах. Эта опция позволяет производить декодирование двух последовательных шин одновременно.

Опции HOO10, HOO11 и HOO12 могут быть заказаны вместе с осциллографами на заводе. Программные опции для модернизации HV110, HV111, HV112 могут быть активированы с помощью лицензионных ключей (см. раздел 2.7).

Анализ параллельных и последовательных шин данных состоит из следующих трех основных действий:

- **Настройка протокола** (Тип шины/специальные установки для протокола)
- **Декодирование** (Отображение декодированных данных/Масштабирование/Таблица шины)
- **Запуск** (Старт/Стоп/выборки последовательности)

Анализ последовательных шин производится с частотой, равной 1/8 частоты выборки

13.2 Настройка последовательной шины

Перед проведением настройки шины необходимо установить правильный пороговый уровень (см. раздел 4.5). По умолчанию пороговый уровень равен 500 мВ.

Для установки настроек запуска и функций декодирования необходимо сначала определить шину. Можно задать не более двух шин, B1 и B2. Для этого следует нажать клавишу BUS в области VERTICAL на передней панели. После этого откроется сокращенное меню, в котором можно, используя нижнюю функциональную клавишу для выбора настраиваемой шины B1 или B2. Дополнительно требуемую шину можно выбрать, используя клавишу MENU в области VERTICAL панели управления.

При нажатии функциональной клавиши BUS TYPE можно выбрать тип шины из доступных вариантов в зависимости от установленной опции:

- **Параллельная** (опций не требуется)
- **Параллельная с тактированием** (опций не требуется)
- **SSPI** (требуется опции HOO10/HV110/HOO11/HV111)
- **SPI** (требуется опции HOO10/HV110/HOO11/HV111)
- **I²C** (требуется опции HOO10/HV110/HOO11/HV111)
- **UART** (требуется опции HOO10/HV110/HOO11/HV111)
- **CAN** (требуется опции HOO12/HV112)
- **LIN** (требуется опции HOO12/HV112)

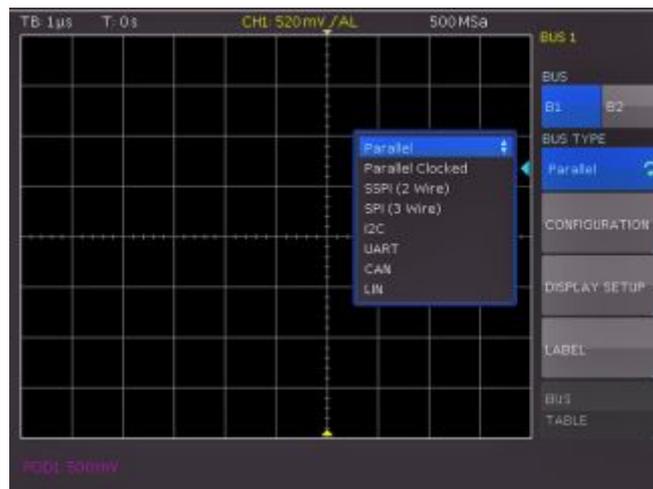


Рис. 13.1 – Меню задания параметров шины

Функциональная клавиша CONFIGURATION позволяет вызвать меню, содержание которого зависит от выбранного типа шины. Эти меню описаны в главах, описывающих соответствующие конфигурации шин. Меню, вызываемое нажатием функциональной клавиши DISPLAY SETUP, одинаково для всех типов шин и позволяет выбрать формат декодирования. Доступны следующие форматы:

- Двоичный
- Шестнадцатеричный
- Десятичный
- ASCII

Для включения или выключения отображения отдельных линий битов шины (над отображением таблицы) используется функциональная клавиша BITS. Последний пункт NAME в меню VERTICAL позволяет ввести имя шины данных. Это имя будет отображаться на масштабной сетке и в распечатке. Первой функцией является включение (ON) или выключение (OFF) отображения канала. Следующая функция включает пункт меню LIBRARY. После выбора этой функции можно воспользоваться универсальной поворотной ручкой для выбора одного из предложенных имен. Клавиша EDIT LABEL позволяет задать новое или изменить предложенное имя. Можно ввести до 8 символов. Для подтверждения имени в редакторе воспользуйтесь клавишей ACCEPT. Введенное имя будет показано на изображении. Имя присваивается конкретному сигналу.

13.2.1 Таблица шины данных

Экранное меню BUS TABLE позволяет сконфигурировать или экспортировать перечень декодированных сообщений в память. Содержимое таблицы зависит от выбранного протокола, а сама таблица может быть активирована для каждого типа шины данных. Верхняя функциональная клавиша BUS TABLE позволяет

включить (что отмечается синей подсветкой клавиши) или отключить отображение перечня. По умолчанию таблица отображается внизу экрана. В общем случае полное сообщение переданных данных отображается в строке. Колонки таблицы включают важную информацию, такую как, например, адрес и дату сообщения. Количество строк в таблице соответствует количеству пакетов (фреймов) полных сообщений в памяти. Результаты декодирования могут быть сохранены в виде CSV-файла (например, на USB-носителе) при помощи функциональной клавиши SAVE.

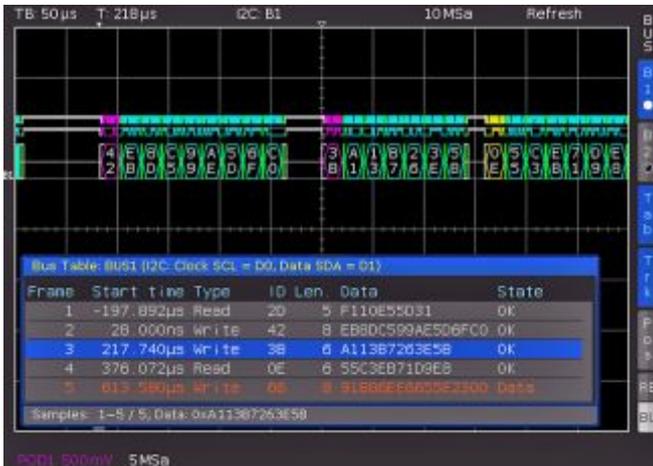


Рис. 13.2 – Пример шины I²C с таблицей шины данных

Для того чтобы функция декодирования работала правильно, следует убедиться, что все сообщение в последовательной шине отображается на экране полностью. Функция масштабирования (Zoom) позволяет наблюдать детали каждого сообщения.

Пример таблицы декодирования шины I²C:
 "Bus table: BUS1 (I2C: Clock SCL = D0, Data SDA = D1)"
 Frame,Mark,Start time[s],Type,ID,Length,Date,Condition
 1,,-197.89200e-6,Read,0x2D,5,0xF110E55D31,OK
 2,,28.00000e-6,Write,0x42,8,0xEB8DC599AE5D6FC0,OK
 3,,217.74000e-6,Write,0x3B,6,0xA113B7263E5B,OK
 4,,376.07200e-6,Read,0x0E,6,0x55C3EB71D9E8,OK
 5,,613.58000e-6,Write,0x66,8,0x91B86EE665E2300,Data Error

Таблица шины данных может быть сохранена только в режиме развертки STOP.

Функциональная клавиша TRACK FRAME позволяет пользователю перемещаться по таблице шины данных и осуществлять моментальный переход к соответствующей части памяти с использованием универсальной поворотной ручки для того, чтобы отобразить на экране детали сигнала. Эта возможность доступна только в том случае, если сбор данных остановлен. Также доступ к перемещению по таблице осуществляется при помощи функциональной клавиши TRK (Track, перемещение) в сокращенном меню BUS. При активации функциональной клавиши FRAME TIME DIFFERENCE (будет подсвечена синим цветом), в таблице шины данных отобразится значение разницы времени до предыдущего фрейма (пакета данных). Такая колонка в таблице будет названа TIME DIFF. Если отключить эту функцию, в колонке START TIME будет показано абсолютное значение времени, прошедшее с момента запуска. Функциональная клавиша TAB в сокращенном меню BUS позволяет включить или отключить отображение таблицы шины данных, не прибегая к открытию полного меню. Можно использовать функциональную клавишу POSITION для перемещения таблицы в верхнюю или нижнюю часть экрана. Кроме

того, имеется возможность полноэкранного просмотра таблицы шины данных. Выбор положения таблицы можно произвести с помощью универсальной поворотной ручки в меню BUS или с помощью функциональной клавиши POS в сокращенном меню BUS.

13.3 Шина Parallel/Parallel Clocked (параллельная/параллельная с тактированием)

В осциллографах имеется предустановленная на заводе функция анализа параллельных и параллельных с тактированием шин данных; осциллографы могут анализировать до 7 последовательностей битов. Функциональная клавиша BUS WIDTH совместно с универсальной поворотной ручкой позволяют пользователю выбрать количество последовательностей битов. Функциональные клавиши PREVIOUS/NEXT BIT позволяют изменять позицию полосы выбора источника каждого бита. Выбранный бит при этом подсвечивается синим цветом. В левой части таблицы содержатся биты в фиксированной последовательности, начиная с верхней строки со значением D0 (или LSB, младший значащий разряд). Универсальная ручка позволяет назначать действительный логический канал выбранному разряду шины. Такое распределение может быть сделано без ограничений; также можно использовать отчасти схожие логические каналы для назначения в двух возможных шинах.



Рис. 13.3 – Пример параллельной шины данных с таблицей шины данных

При выборе в качестве типа шины (BUS TYPE) типа PARALLEL CLOCKED можно воспользоваться нижней функциональной клавишей CONTROL WIRES для выбора источников сигнала CHIP SELECT (выбор кристалла), а также универсальной поворотной ручкой для выбора настроек для тактовых импульсов (CLOCK). Функциональная клавиша ACTIVE используется для назначения уровня сигнала выбора кристалла: High (высокий) или Low (низкий) Active. Функциональная клавиша SLOPE позволяет выбрать тип фронта для переключения состояния: нарастающий, спадающий или оба типа. Текущий выбор всегда выделяется синим цветом и отображается после метки CLK в окне источника битов. Для возврата в главное меню шины данных следует нажать клавишу MENU OFF.

Таблица 13.1 – Назначение контактов источника сигнала шины

Колонка	Описание
Start Time	Время начала фрейма относительно позиции запуска
Data	Значения байтов данных

Для синхронизации при работе с параллельными шинами данных рекомендуется использовать запуск по логическим каналам (см. раздел 6.3.3).

13.4 Шина I²C

Для запуска и декодирования данных шины I²C требуется опция H0010/H0011 или код активации программной опции HV110/HV111.

Шина I²C – это двухпроводная шина, разработанная компанией Philips (в настоящее время известная как NXP Semiconductor). Шина I²C обладает следующими характеристиками:

- Двухпроводная шина: линия тактирования (SCL) и линия данных (SDA)
- Связь в режиме Master-Slave (ведущий-ведомый): Master генерирует тактовые импульсы и выбирает Slave
- Адресация: каждому Slave может быть присвоен уникальный адрес; несколько Slave могут быть связаны друг с другом и адресованы одним Master
- Бит чтения/записи (Read/Write): Master считывает (=1) или записывает (=0) данные
- Подтверждение: после каждого байта

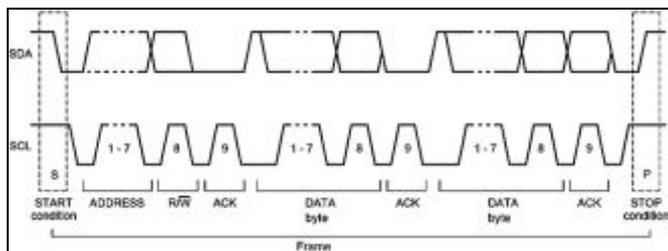


Рис. 13.4 – 7-битный адрес шины I²C

Формат простого сообщения I²C (кадра) с адресом длиной 7 битов имеет следующий вид:

- **Start condition** (условие начала): спадающий фронт на линии SDA (последовательная линия данных) при нахождении линии SCL (последовательная линия тактирования) в высоком логическом состоянии HIGH
- 7-битный адрес (запись или считывание данных из Slave)
- Бит чтения/записи (R/W): запись или считывание данных из Slave
- Бит подтверждения (ACK): выдается получателем предыдущего байта, если передача была успешной (исключение: для получения доступа на чтение ведомый завершает передачу данных битом NACK после последнего байта)
- Данные: последовательность байтов данных с битом ACK после каждого байта
- **Stop condition** (условие конца): нарастающий фронт на линии SDA (последовательная линия данных) при нахождении линии SCL (последовательная линия тактирования) в высоком логическом состоянии HIGH

13.4.1 Конфигурация шины I²C

Перед проведением настройки шины необходимо установить правильный пороговый уровень (см. раздел 4.5). По умолчанию пороговый уровень равен 500 мВ.

Для декодирования шины I²C при конфигурировании шины необходимо определить, какой логический канал

передает тактовый сигнал (SCL), а какой – данные (SDA). Эти настройки производятся после выбора типа шины I²C в меню BUS после нажатия функциональной клавиши CONFIGURATION. В открывшемся меню выбрать верхнюю функциональную клавишу CLOCK SCL и, используя универсальную поворотную ручку, выбрать соответствующий канал. Назначение канала данных производится аналогичным образом после нажатия функциональной клавиши DATA SDA. При помощи функциональной клавиши 7BIT ADDRESS пользователь может выбрать, будет ли адрес интерпретирован с включенным битом чтения/записи (ADR.+RW) или без него (ADDR. ONLY). Имеется небольшое окно для вывода информации о текущих настройках. Все меню можно закрыть при двойном нажатии клавиши MENU OFF.

В случае если установлена опция H0011 или соответствующая программная опция HV111, в качестве источников для декодирования могут использоваться только аналоговые каналы.

Определенные участки сообщений I²C будут отображаться в цвете, чтобы различать разные области. Если линии данных отображаются вместе с таблицей, то соответствующие области таблицы будут также иметь следующее цветовое обозначение:

Чтение адреса:	Желтый
Запись адреса:	Пурпурный
Данные:	Синий
Начало:	Белый
Конец:	Белый
Отсутствие подтверждения:	Красный
Подтверждение:	Зеленый

13.4.2 Запуск по сигналам шины I²C

После настройки шины появляется возможность запуска по различным событиям. Для выбора типа запуска следует нажать клавишу TYPE в области TRIGGER на панели управления и выбрать функциональную клавишу SERIAL BUSES. Далее нажать клавишу SOURCE в области TRIGGER и выбрать шину I²C, которая будет доступна только в том случае, если была определена ранее. После нажатия клавиши FILTER в области TRIGGER будут выведены все возможные варианты запуска шины I²C. Могут быть определены следующие условия запуска:

- **START:** запуск осциллографа выполняется по началу последовательности кадра. Стартовая последовательность представляет собой спадающий фронт на линии SDA при нахождении линии SCL в высоком логическом состоянии.
- **STOP:** запуск осциллографа осуществляется по концу последовательности фрейма. Конечная последовательность представляет собой нарастающий фронт на линии SDA при нахождении линии SCL в высоком логическом состоянии.
- **RESTART:** запуск осциллографа осуществляется по началу последовательности фрейма до появления условия конца фрейма. Новый стартовый сигнал повторяет сигнал стартовой последовательности.
- **NOT-ACKNOWLEDGE:** бит отсутствия подтверждения (NOT ACKNOWLEDGE) – это 9й бит в блоке данных или адреса линии SDA. При НЕ подтверждении изменяется низкое логическое состояние бита подтверждения на противоположное высокое.
- **READ/WRITE:** функциональная клавиша READ/WRITE позволяет использовать дополнительные функции запуска. Для выбора доступа на чтение или на запись в качестве условия запуска воспользуйтесь клавишей функционального меню MASTER. Для различения

доступа на чтение и на запись используется восьмой бит первого блока данных (в зависимости от длины адреса). Выбранное условие отображается в окне настроек шины I²C и выделяется синим цветом на клавише меню. Длина адреса (в битах) определяет максимальное количество адресуемых Slave, которые могут быть использованы на шине. При длине адреса 7 бит максимальное количество доступных адресов равно 112. Режим адресации с длиной адреса 10 бит включает режим 7-битной адресации благодаря использованию 4 из 16 зарезервированных адресов; эти режимы могут использоваться одновременно.

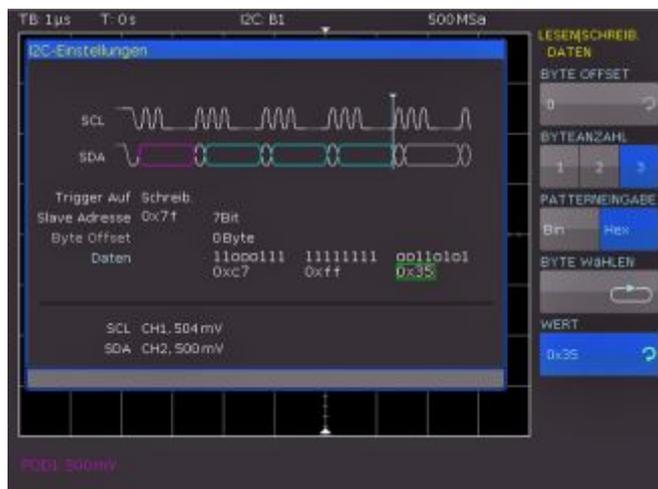


Рис. 13.5 – Меню запуска Read/Write шины I²C

При длине адреса 10 бит доступно 1136 адресов (1024 + 128 - 16). Самым старшим 10-битным адресом является 1023 (0x3FF). Выбранная длина адреса отображается в окне настроек шины I²C и выделяется синим цветом на клавише меню. SLAVE ADDRESS – это адрес, используемый на шине для выбора Slave, с которым Master обменивается данными. Для выбора адреса участника шины, для которого будет выполнен запуск, следует воспользоваться универсальной поворотной ручкой в области CURSOR/MENU. Функциональное меню DATA позволяет вводить конкретные данные в дополнение к адресу. В этом меню может быть настроен запуск по однозначно определенным байтам передаваемых данных (бирюзовый цвет), что позволяет отфильтровывать незначимые передаваемые данные. Запуск может выполняться по 24 битам (3 байтам) данных. Поддерживается смещение адреса в пределах от 0 до 4095. Выберите значение BYTE OFFSET, которое определяет расстояние между байтами, соответствующее условию запуска и адресу. В большинстве случаев используется нулевое байтовое смещение, если запуск ожидается в пределах первых 24 битов после адреса. Функциональная клавиша NUMBER OF BYTES позволяет определить количество байтов, которые будут проанализированы для выбранного условия запуска. Формат ввода данных может быть двоичным или шестнадцатеричным (PATTERN INPUT). При выборе двоичного формата ввода данных отдельным битам может быть присвоено любое состояние с помощью функциональной клавиши SELECT BIT и универсальной поворотной ручки. Функциональная клавиша STATE позволяет задавать состояние H (=1), L (=0) или X (любое) для каждого бита. Состояние X соответствует произвольному состоянию. При выборе шестнадцатеричного формата ввода данных в состояние X может быть установлен только весь байт. Если выбран шестнадцатеричный формат, воспользуйтесь функциональной клавишей VALUE и универсальной поворотной ручкой для

установки значения соответствующего байта. Функциональная клавиша SELECT BYTE позволяет последовательно переключаться между различными байтами (с байта 1 на байт 2, затем на байт 3 и т.д.) (в зависимости от заданного количества байтов NUMBER OF BYTES). Активный байт будет выделен зеленой рамкой в окне отображения условия запуска (см. рис. 13.5).

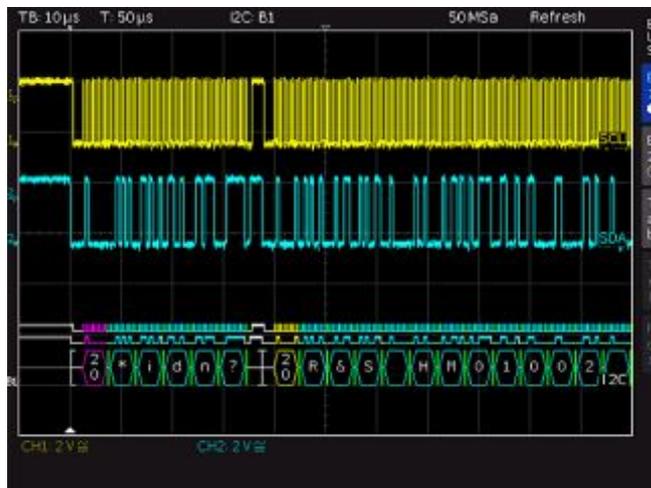


Рис. 13.6 – Шина данных I²C

Для выхода из всех меню следует трижды нажать клавишу MENU OFF; синхронизация осциллографа будет осуществляться в соответствии с настройками адреса и данных. Для проведения измерений сигналов, задаваемых встроенным генератором последовательностей см. раздел 10.2.5.

13.4.3 Таблица шины данных I²C

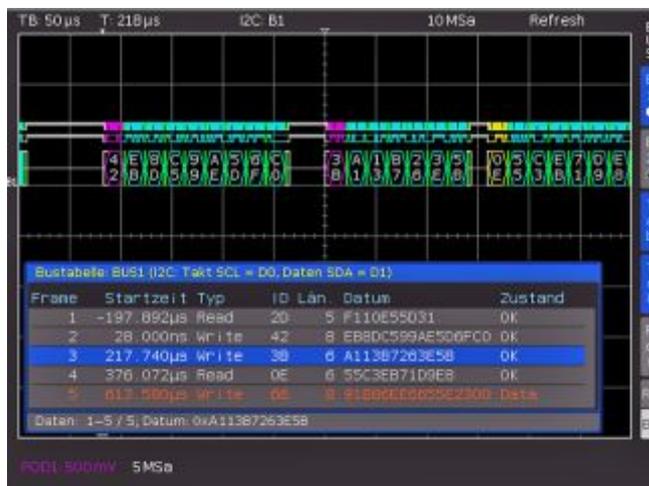


Рис. 13.7 – Таблица шины I²C

Таблица 13.2 – Содержимое таблицы шины I²C

Колонка	Описание
Start Time	Время начала фрейма относительно позиции запуска
Type	Значения бита R/W (чтения/записи)
ID	Значение адреса
Length	Количество слов в пакете
Data	Значения слов данных
State	Состояние фрейма: <ul style="list-style-type: none"> ■ OK = фрейм допустимый ■ DATA = во время захвата были декодированы только начало или конец фрейма; данные в настоящий момент недоступны ■ ADDR. ERR. = неполное декодирование фрейма ■ INS = содержание фрейма не полностью захвачено; захваченная часть фрейма допустима

13.5 Шина SPI/SSPI

Для запуска и декодирования данных шины SPI/SSPI требуется опция H0010 или H0011, или код активации программной опции HV110 или HV111.

Последовательный периферийный интерфейс SPI используется для обмена данными с низкоскоростными периферийными устройствами, в частности, для передачи потоков данных. Шина SPI была разработана компанией Motorola (в настоящее время известная как Freescale); тем не менее, она не была официально стандартизирована. Как правило, эта шина содержит линии данных и тактирования, а также линию выборки (трехпроводная шина). При наличии только одного Master и одного Slave линия выборки может быть удалена. Такой тип линии также называется SSPI (Simple SPI) (двухпроводная). Шина SPI обладает следующими характеристиками:

- Связь в режиме Master-Slave
- Отсутствие адресации прибора
- Отсутствие подтверждения получения данных
- Поддержка дуплексного режима

Большинство шин SPI содержат 4 общие линии, 2 линии данных и 2 линии управления:

- Синхронизация со всеми Slave (SCLK)
- Линии выбора Slave или кристалла (SS или CS)
- Master-Out-Slave-In (выход Master, вход Slave) или Slave-Data-Input (вход данных Slave) (MOSI или SDI)
- Master-In-Slave-Out (вход Master, выход Slave) или Slave-Data-Output (выход данных Slave) (MISO или SDO)

Если Master генерирует тактовые импульсы и выбирает Slave, данные могут передаваться либо в одном направлении, либо в обоих направлениях одновременно (доступно только с опцией H0010/HV110).

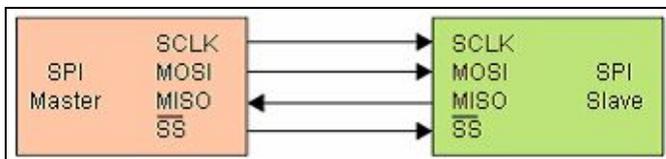


Рис. 13.8 – Простая конфигурация шины SPI

13.5.1 Конфигурация шины SPI / SSPI

Перед проведением настройки шины необходимо установить правильный пороговый уровень (см. раздел 4.5). По умолчанию пороговый уровень равен 500 мВ. Для трехпроводной шины SPI вход внешнего запуска будет использоваться линией как выбор кристалла CS (Chip Select). Пороговое значение может быть задано в меню конфигурирования шины.

Для корректного декодирования данных шины SPI необходимо произвести несколько настроек. Сначала следует определить, имеется ли в доступной системе SPI линия выбора кристалла (двухпроводная или трехпроводная шина SPI). Это можно сделать в меню настройки шины при выборе типа шины. Для двухпроводной системы SPI следует выбрать опцию SSPI; для трехпроводной системы SPI выберите опцию SPI. Затем следует нажать клавишу CONFIGURATION для вызова меню настройки шины SPI. Для указания соответствующего канала для линий выбора кристалла (CS), тактирования (Clk) и данных (Data) можно использовать верхнюю функциональную клавишу SOURCE. Для этого следует выбрать соответствующую функциональную клавишу CS, Clk или Data и затем, используя клавишу функционального меню DATA и

универсальную поворотную ручку для выбора соответствующего исходного канала. Для двухпроводной шины SPI выберите доступное значение тайм-аута TIME OUT вместо источника выбора кристалла. Во время тайм-аута линии данных и тактирования находятся в низком логическом состоянии. По истечении тайм-аута начинается новый кадр. Если временные интервалы между пакетами данных меньше значения тайм-аута, эти пакеты входят в состав одного кадра. Время тайм-аута может быть задано с помощью универсальной поворотной ручки или с помощью экранной клавиатуры (кнопка KEYPAD). В небольшом окне отобразится информация о текущих настройках.

Если установлена опция H0011/HV111, в качестве источника могут быть выбраны только аналоговые каналы. Если установлена опция H0010/HV110, в качестве источника могут быть выбраны как аналоговые, так и цифровые каналы.

В дополнение к выбору источника функциональная клавиша ACTIVE позволяет устанавливать следующие настройки:

- **CS:** выбор высокого или низкого логического уровня в качестве активного для линии выбора кристалла (по умолчанию активным уровнем является низкий)
- **CLK:** сохранение данных по нарастающему или спадающему фронту (по умолчанию данные сохраняются по нарастающему фронту)
- **DATA:** выбор высокого или низкого логического уровня в качестве активного для линии данных (по умолчанию активным уровнем является высокий)

Определенные участки сообщений шины будут отображаться в цвете, чтобы различать разные области:

- **Белый:** Начало/конец полного фрейма
- **Красный:** Неполное слово, содержащееся в захваченных данных; следует изменить горизонтальную шкалу или изменить опорное значение времени, чтобы получить более длительный захват
- **Голубой:** Декодированные данные



Рис. 13.9 – Меню для настроек шины SPI

С помощью функциональной клавиши BIT ORDER можно выбрать начальный бит в каждом сообщении: MSB (старший значащий бит) или LSB (младший значащий бит). Функциональная клавиша WORD SIZE позволяет использовать универсальную ручку для выбора количества бит в сообщении. Может быть задано любое количество в диапазоне от 1 до 32 бит.

13.5.2 Запуск по сигналам шины SPI / SSPI

После завершения конфигурирования шины SPI/SSPI может быть выполнен запуск осциллографа по

различным событиям. Нажмите клавишу TYPE в области TRIGGER панели управления и выберите функциональную клавишу SERIAL BUSES. Затем нажмите клавишу SOURCE в области TRIGGER и выберите шину SPI, которая будет доступна, только если была предварительно сконфигурирована. Нажмите клавишу FILTER в области TRIGGER панели управления для отображения списка всех доступных условий запуска по сигналам шины SPI.

Могут быть определены следующие условия запуска:

- **FRAME START (начало кадра):** устанавливает событием запуска начало кадра. Началом кадра считается переключение сигнала выбора кристалла (CS) в выбранный активный режим.
- **FRAME END (конец кадра):** устанавливает событием запуска конец кадра. Концом кадра считается переключение сигнала выбора кристалла (CS) из выбранного активного режима в неактивный.
- **BIT (бит):** устанавливает момент запуска в определенный бит в рамках заданной битовой последовательности при помощи универсальной поворотной ручки. Для установки номера требуемого бита можно ввести также числовое значение (клавиша KEYPAD).
- **SER.PATTERN (шаблон последовательности):** для установки конкретной битовой последовательности в рамках кадра, которая будет инициировать событие запуска, следует воспользоваться функциональным меню SER. PATTERN. Функциональная клавиша BIT OFFSET позволяет выбрать первый бит предустановленной битовой последовательности в рамках кадра. Биты, расположенные перед указанным первым битом, не влияют на событие запуска (например, если битовое смещение = 2, бит 0 и бит 1, идущие после сигнала CS, будут проигнорированы, а последовательность начнется с бита 2). С помощью универсальной поворотной ручки или экранной клавиатуры может быть выбрано значение в диапазоне от 0 до 4095. Функциональная клавиша NUMBER OF BITS позволяет выбрать количество бит, которые будут проанализированы для заданного условия запуска. С помощью универсальной поворотной ручки может быть выбрано значение в диапазоне от 1 до 32 бит. Битовая последовательность (PATTERN INPUT) может быть задана в двоичном или шестнадцатеричном формате. В случае двоичного формата ввода значений можно выбрать отдельные биты в потоке данных, в которые следует внести изменения, с помощью функциональной клавиши SELECT BIT и универсальной поворотной ручки. Опция STATE позволяет присваивать логическое состояние каждому биту (высокое = H = 1, низкое = L = 0 или X = любое). Состояние X соответствует произвольному состоянию. Если выбран шестнадцатеричный формат, воспользуйтесь клавишей функционального меню VALUE и универсальной ручкой для задания значения соответствующего полубайта. При выборе шестнадцатеричного формата ввода значений в состояние X может быть установлен только весь полубайт. Для переключения между полубайтами следует использовать функциональную клавишу SELECT NIBBLE. Активный полубайт будет выделен зеленой рамкой в окне отображения условия запуска.

Для выхода из всех меню следует трижды нажать клавишу MENU OFF; синхронизация осциллографа будет осуществляться в соответствии с настройками адреса и данных. Для проведения измерений сигналов, задаваемых встроенным генератором последовательностей см. раздел 10.2.5.

13.5.3 Таблица шины данных SPI/SSPI

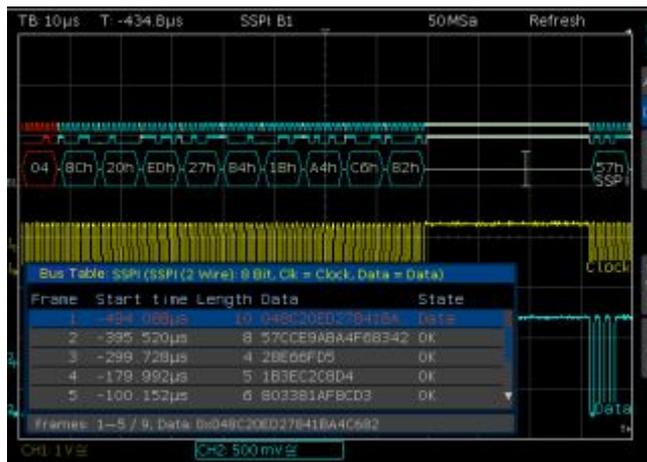


Рис. 13.10 – Таблица шины SSPI

Таблица 13.3 – Содержимое таблицы шины SPI/SSPI

Колонка	Описание
Start Time	Время начала фрейма относительно позиции запуска
Length	Количество слов в пакете
Data	Значения слов данных
State	Состояние фрейма: <ul style="list-style-type: none"> ■ OK = фрейм допустимый ■ DATA = во время захвата были декодированы только начало или конец фрейма; данные в настоящий момент недоступны ■ INS = содержание фрейма не полностью захвачено; захваченная часть фрейма допустима

13.6 Шина UART/RS-232

Для запуска и декодирования данных шины SPI/SSPI требуется опция H0010 или H0011, или код активации программной опции HV110 или HV111.

Шина UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) является общей системой шин и основой многих протоколов. Одним из них является протокол RS-232. Он состоит из кадра с начальным битом, от 5 до 9 битов данных, бита четности и стопового бита. Стоповый бит может иметь нормальную длину бита, или быть в 1,5 раза или 2 раза длиннее.



Рис. 13.11 – Последовательность бит шины UART

13.6.1 Конфигурация шины UART/RS-232

Перед проведением настройки шины необходимо установить правильный пороговый уровень (см. раздел 4.5). По умолчанию пороговый уровень равен 500 мВ.

Для декодирования шины UART сначала необходимо определить, какой логический канал будет подключен к линии данных. Для этого следует открыть меню шины нажатием клавиши BUS, выбрать тип шины UART, а затем нажать функциональную клавишу CONFIGURATION. В открывшемся меню нажать верхнюю функциональную клавишу DATA SOURCE для того, чтобы выбрать требуемый логический канал при помощи универсальной поворотной ручки.

Если установлена опция H0011/HV111, в качестве источника могут быть выбраны только аналоговые каналы. Если установлена опция H0010/HV110, в

качестве источника могут быть выбраны как аналоговые, так и цифровые каналы.

Функциональная клавиша ACTIVE может быть использована для выбора между типом передаваемых по шине данных: с высоким (HIGH = 1) или низким (LOW = 1) активным уровнем (для RS-232 следует выбрать низкий активный уровень). Используя функциональную клавишу SYMBOL SIZE и универсальную поворотную ручку, можно выбрать длину символа от 5 до 9 бит. Функциональная клавиша PARITY позволяет выбрать тип бита четности; биты четности используются для обнаружения ошибок во время передачи данных. Функциональное меню PARITY предоставляет возможность выбора из следующих настроек:

- **None (нет бита четности):** биты четности не используются.
- **Even (четный):** бит четности устанавливается в состояние логической 1 в случае, если количество единиц в определенном наборе бит (не считая бита четности) нечетно.
- **Odd (нечетный):** бит четности устанавливается в состояние логической 1 в случае, если количество единиц в определенном наборе бит (не считая бита четности) четно.

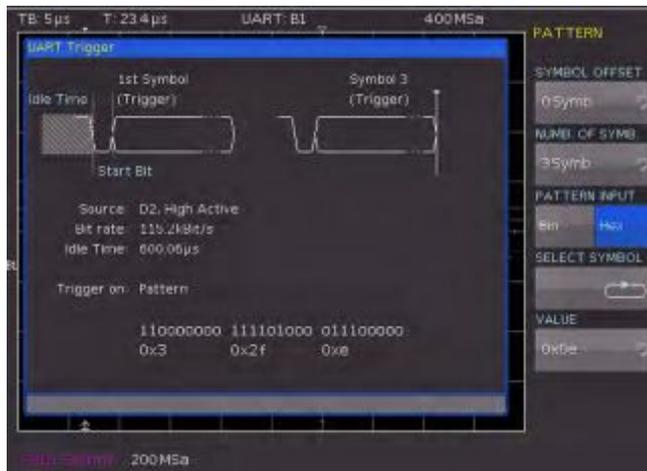


Рис. 13.12 – Меню запуска по данным шины UART

Нижняя функциональная клавиша STOP BITS позволяет пользователю определить длину стопового бита (1 = нормальный бит, 1.5 = в полтора раза длиннее, 2 = в два раза длиннее). На странице 2 меню конфигурирования UART BUS можно выбрать битовую скорость передачи BIT RATE при помощи универсальной поворотной ручки. Скорость передачи определяет, сколько бит будет передаваться за секунду. Функциональная клавиша BIT RATE позволяет выбрать стандартные числовые значения. Можно также указать произвольные значения, нажав функциональную клавишу USER и затем ввести требуемую величину, используя универсальную поворотную ручку или экранную клавиатуру. Время простоя (IDLE TIME) определяет минимальное время, проходящее с момента получения стопового бита последних данных до следующего начального бита. Нажать клавишу функционального меню IDLE TIME и ввести значение с помощью универсальной ручки или числового ввода. Единственное назначение времени простоя – это выделить начало передачи данных и, следовательно, начало кадра (одного или более символов, как правило, байтов). Только информация о времени простоя может обеспечить правильное декодирование и запуск (вне зависимости от типа запуска). Начальный бит, попавший во время простоя, не будет распознан. Ввести значение времени простоя

можно используя универсальную поворотную ручку или экранную клавиатуру.

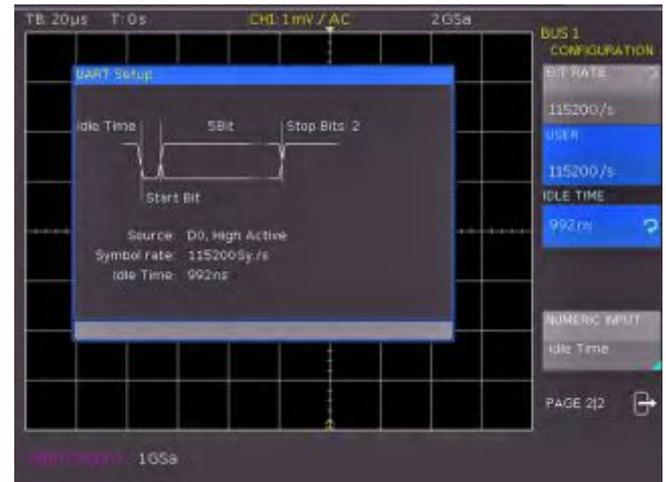


Рис. 13.13 – Страница 2 меню конфигурирования шины UART

Определенные участки сообщений шины будут отображаться в цвете, чтобы различать разные области:

- **Белый:** Начало/конец полного фрейма
- **Красный:** Неполное слово, содержащееся в захваченных данных; следует изменить горизонтальную шкалу или изменить опорное значение времени, чтобы получить более длительный захват
- **Голубой:** Декодированные данные

13.6.2 Запуск по сигналам шины UART/RS-232

После окончания конфигурирования шины может быть выполнен запуск осциллографа по различным событиям. Для этого необходимо нажать клавишу TYPE в области TRIGGER панели управления, затем нажать функциональную клавишу SERIAL BUSES. Далее нажать клавишу SOURCE в области TRIGGER и выбрать шину UART (выбор будет доступен только в том случае, если шина была сконфигурирована ранее). Нажать клавишу FILTER в области TRIGGER панели управления для получения списка всех возможных условий запуска:

- **START BIT (начальный бит):** Устанавливает событием запуска начальный бит. Начальным битом является первый логический 0 после стопового бита или времени простоя.
- **FRAME START (начало кадра):** Определяет первый начальный бит после времени простоя.
- **SYMBOL <N> (символ N):** Устанавливает событием запуска predetermined символ с порядковым номером N.
- **ANY SYMBOL(любой символ):** Функциональное меню ANY SYMBOL позволяет пользователю назначить в качестве события запуска любой символ. Такой символ может находиться в любом месте в передаваемом кадре. Битовая последовательность (PATTERN INPUT) может быть задана в двоичном или шестнадцатеричном формате. Функциональная клавиша STATE позволяет задавать состояние H (=1), L (=0) или X (любое) для каждого бита. Состояние X соответствует произвольному состоянию. Если выбран шестнадцатеричный формат, воспользуйтесь функциональной клавишей VALUE и универсальной поворотной ручкой для установки значения соответствующего символа. Функциональная клавиша SELECT SYMBOL позволяет последовательно переключаться между символами.
- **PATTERN (последовательность):** Подменю предлагает дополнительные настройки запуска по

данным шины UART. Функциональная клавиша SYMBOL OFFSET и универсальная поворотная ручка используются для выбора количества не значимых (пропускаемых) символов после начального бита, которые находятся внутри запускающего кадра. Может быть установлено любое значение в диапазоне от 0 до 4095. Количество используемых символов можно установить при помощи функциональной клавиши NUMB. OF SYMB. из ряда 1, 2 или 3. Длина символов от 5 до 9 бит уже была задана при конфигурировании шины, и при запуске она учитывается автоматически. Используя функциональную клавишу PATTERN INPUT можно установить значение ввода для символов в двоичном или шестнадцатеричном формате. Если установлено двоичное значение, отдельные биты могут быть назначены с помощью функциональной клавиши SELECT BIT и универсальной поворотной ручки.

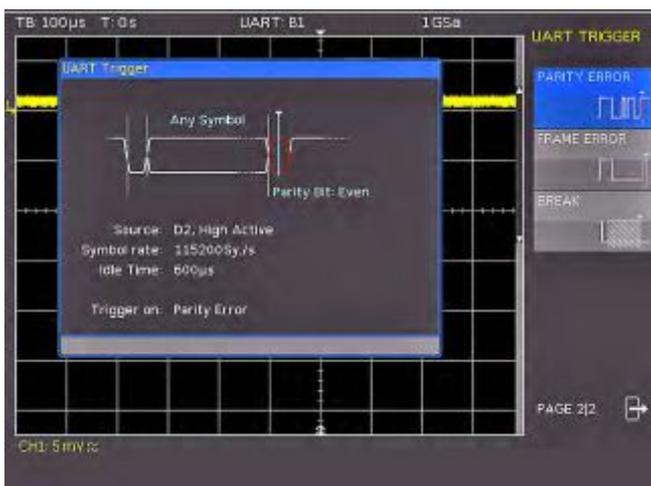


Рис. 13.14 – Страница 2 меню запуска UART

Функциональная клавиша STATE позволяет выбирать состояние 1, 0 или X для каждого бита. Если выбран шестнадцатеричный формат, воспользуйтесь функциональной клавишей VALUE и универсальной поворотной ручкой для установки значения соответствующего символа. Функциональная клавиша SELECT SYMBOL позволяет последовательно переключаться между символами. Активный полубайт будет выделен зеленой рамкой в окне отображения условия запуска.

- **PARITY ERROR (ошибка четности):** Устанавливает событием запуска ошибку четности.
- **FRAME ERROR (ошибка кадра):** Устанавливает событием запуска ошибку кадра.
- **BREAK (пауза):** Устанавливает событием запуска паузу. Условие запуска BREAK удовлетворяет состояние шины, когда после стопового бита в течение заданного времени не следует очередной начальный бит. Во время паузы остается низкое логическое состояние стопового бита.

Для выхода из всех меню следует трижды нажать клавишу MENU OFF; синхронизация осциллографа будет осуществляться в соответствии с настройками адреса и данных. Для проведения измерений сигналов, задаваемых встроенным генератором последовательностей см. раздел 10.2.5.

13.6.3 Таблица шины данных UART

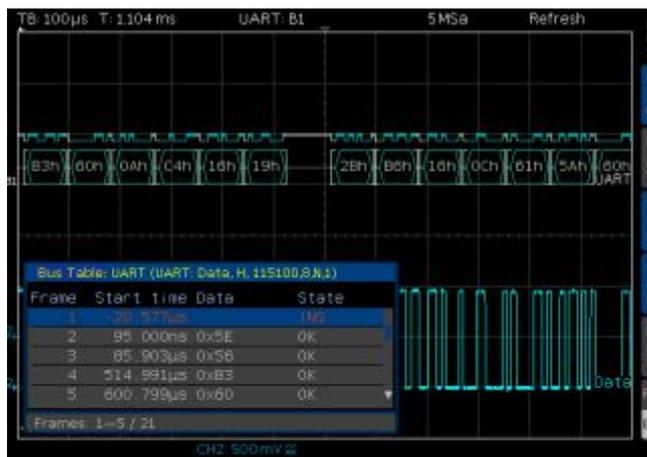


Рис. 13.15 – Пример таблицы шины UART

Таблица 13.4 – Содержимое таблицы шины UART

Колонка	Описание
Start Time	Время начала фрейма относительно позиции запуска
Data	Значения слов данных
State	Состояние фрейма: <ul style="list-style-type: none"> ■ OK = фрейм допустимый ■ DATA = во время захвата были декодированы только начало или конец фрейма; данные в настоящий момент недоступны ■ INS = содержание фрейма не полностью захвачено; захваченная часть фрейма допустима

13.7 Шина CAN

Для запуска и декодирования сигналов шины CAN требуется опция H0012 или код активации программной опции HV112.

Шина CAN (Controller Area Network, сеть контроллеров) – шинная система, изначально разработана для применения в автотранспорте, и используется для обмена данными между модулями контроллера и датчиками. Она также нашла широкое применение в авиации, здравоохранении и общей автоматизации. На физическом уровне CAN представляет собой дифференциальный сигнал, поэтому для его декодирования рекомендуется использовать дифференциальный пробник (например, HZO40), хотя при помощи стандартных пробников также можно использовать для захвата сигналов. Стандартные значения скоростей передачи данных находятся в диапазоне от 10 кбит/с до 1 Мбит/с. Сообщения CAN, как правило, содержит начальный бит, идентификатор кадра (11 или 29 битов), код длины данных DLC, данные, контрольная сумма CRC, а также бит подтверждения и стоповый бит.

13.7.1 Конфигурация шины CAN

Перед проведением настройки шины необходимо установить правильный пороговый уровень (см. раздел 4.5). По умолчанию пороговый уровень равен 500 мВ.

После выбора типа шины CAN в меню BUS можно вызвать меню конфигурации, нажав функциональную клавишу CONFIGURATION. В открывшемся меню следует нажать верхнюю функциональную клавишу DATA для выбора требуемого канала при помощи универсальной поворотной ручки. Аналоговый или цифровой канал может быть подключен к одной из

сигнальных линий: CAN-High или CAN-Low. Кроме того, к аналоговому входу можно подключить дифференциальный пробник (например, HZO40). При использовании дифференциального пробника выберите CAN High, если положительный вход пробника подключен к линии CAN-H, а отрицательный – к линии CAN-L. Если пробник подключен с обратной полярностью, выберите CAN-L.

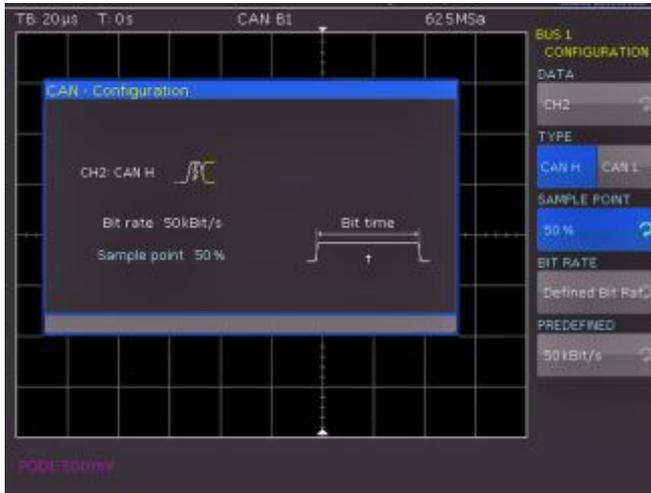


Рис. 13.16 – Конфигурирование шины CAN

Функциональная клавиша SAMPLE POINT позволяет задать точку в пределах бита, в которой отсчитывается значение для текущего бита. С помощью универсальной поворотной ручки или экранной клавиатуры может быть выбрано значение в процентах (от 25 % до 90 % длительности бита). Функция BIT RATE позволяет определить количество битов, передаваемых в секунду, и выбрать стандартные значения скоростей передачи данных с помощью универсальной поворотной ручки. Для задания произвольных значений скоростей передачи можно воспользоваться функциональной клавишей USER. Значение в этом случае может быть задано с помощью универсальной поворотной ручки или экранной клавиатуры (кнопка KEYPAD).

Определенные участки сообщений шины будут отображаться в цвете, чтобы различать разные области:

- **Белый:** Код длины данных, количество байт данных
- **Голубой:** Декодированные данные
- **Пурпурный:** Идентификатор
- **Красный:** Ошибка кадра

13.7.2 Запуск по сигналам шины CAN

После окончания конфигурирования шины CAN может быть выполнен запуск по различным событиям. Для этого необходимо нажать клавиш TYPE в области TRIGGER панели управления, затем нажать функциональную клавишу SERIAL BUSES. Далее нажать кнопку SOURCE в области TRIGGER и выбрать шину CAN, которая будет доступна, только если была предварительно сконфигурирована. Нажать клавишу FILTER в области TRIGGER для отображения списка всех доступных условий запуска по сигналам шины CAN:

- **START OF FRAME (начало кадра):** Устанавливает событием запуска первый фронт бита SOF (бита синхронизации).
- **END OF FRAME (конец кадра):** Устанавливает событием запуска конец кадра.
- **FRAME (кадр):** Одноименное подменю представляет различные функции, такие как ERROR (запуск по общей ошибке кадра), OVERLOAD (запуск по кадрам

перегрузки шины CAN) или DATA (запуск по кадрам данных). С помощью функциональной клавиши READ/DATA может быть выполнен запуск по кадрам чтения и данных. С помощью функциональной клавиши IP TYPE может быть выбран тип идентификатора (11 бит, 29 бит или любое из доступных значений).

- **ERROR S (ошибка):** Идентификация различных ошибок в кадре. Данное меню позволяет выбрать один или несколько типов сообщений об ошибке в качестве условия запуска. Отдельные части кадра (например, начало кадра и т.д.) кодируются в ходе процедуры заполнения битами. Передатчик автоматически добавляет дополнительные биты в битовый поток, если в передаваемом потоке обнаруживается пять последовательных битов с одинаковым уровнем. Ошибка "STUFF" возникает, если в указанных сегментах обнаруживается шестой бит с таким же уровнем. Ошибка FORM возникает, если фиксированное поле бита содержит один или несколько недопустимых битов. Ошибка аутентификации возникает, если передатчик не получил бит аутентификации (подтверждения). В протоколе CAN используется сложный алгоритм вычисления контрольной суммы (Cyclic Redundancy Check – циклический контроль избыточности). Передатчик вычисляет значение CRC и передает результат в CRC-последовательности. Приемник вычисляет CRC таким же способом. Ошибка CRC возникает, если полученный приемником результат отличается от принятой CRC-последовательности.
- **IDENTIFIER (идентификатор):** Идентификация приоритета и логического адреса сообщения. В открывшемся соответствующем меню нажмите верхнюю функциональную клавишу для выбора типа кадра FRAME TYPE (с общими данными, данными чтения или данными чтения/записи) с помощью универсальной поворотной ручки. В функциональном меню IDENTIFIER SETUP расположенном ниже, можно задать длину идентификатора с помощью функциональной клавиши ID TYPE и универсальной поворотной ручки (11 бит для базового или 29 бит для расширенного кадра CAN). Функциональная клавиша COMPARE определяет функцию сравнения. Если последовательность содержит, как минимум, один бит с состоянием X (любое), возможен запуск по значению, которое может быть как равным, так и не равным заданному. Если последовательность содержит только биты с состояниями логических 0 или 1, может быть выполнен запуск по значению как превышающему, так и находящемуся ниже заданного. Формат ввода значений PATTERN INPUT может быть двоичным или шестнадцатеричным. В случае двоичного формата ввода значений можно выбрать отдельные биты в потоке данных, для внесения изменения, с помощью функциональной клавиши BIT и универсальной поворотной ручки. Функциональное меню STATE позволяет присваивать логическое состояние каждому биту (высокое = H = 1, низкое = L = 0 или X = любое). Состояние X соответствует произвольному состоянию. Если выбран шестнадцатеричный формат, можно использовать функциональную клавишу VALUE и универсальную поворотную ручку для установки значения соответствующего байта. При выборе шестнадцатеричного формата ввода данных в состоянии X может быть установлен только весь байт. Для переключения между байтами используется функциональная клавиша BYTE
- **IDENTIFIER AND DATA (идентификатор и данные):** Содержит те же настройки, что и функциональное меню условия IDENTIFIER. В открывшемся меню имеется возможность выбора типа кадра FRAME TYPE

(с общими данными или данными чтения) при помощи верхней функциональной клавиши и универсальной поворотной ручки. В меню IDENTIFIER SETUP расположенном ниже, можно ввести адрес соответствующей последовательности. Функциональное меню DATA SETUP позволяет задавать битовую последовательность или ввести значения в шестнадцатеричном формате для 8 байтов (последнее возможно, только если в качестве типа кадра был выбран фрейм данных DATA). Доступные функции сравнения значений адреса и данных: GREATER (больше), EQUAL OR LESS (равно или меньше), EQUAL (равно) и NOT EQUAL (не равно).



Рис. 13.13 – Шина CAN

Для выхода из всех меню следует трижды нажать клавишу MENU OFF; синхронизация осциллографа будет осуществляться в соответствии с настройками адреса и данных. Для проведения измерений сигналов, задаваемых встроенным генератором последовательностей см. раздел 10.2.5.

13.6.3 Таблица шины данных CAN

Таблица 13.5 – Содержимое таблицы шины CAN

Колонка	Описание
Start Time	Время начала фрейма относительно позиции запуска
Type	Тип фрейма: <ul style="list-style-type: none"> DATA = фрейм данных DREMOTE = фрейм удаленного доступа ERR-F. = ошибка передачи (ошибочный фрейм) OVL-F. = фрейм перегрузки
ID	Идентификатор фрейма
DLC	Код длины данных, количество байт данных
Data	Значения байт данных
CRC	Циклический контроль избыточности
State	Состояние фрейма: <ul style="list-style-type: none"> OK = фрейм допустимый CRC = полученный приемником результат отличается от принятой CRC-последовательности (не пройден циклический контроль избыточности) NACK = отсутствие подтверждения CRC+NACK= не пройден циклический контроль избыточности с последующим отсутствием подтверждения STUFF = ошибка STUFF INS = содержание фрейма не полностью захвачено; захваченная часть фрейма допустима

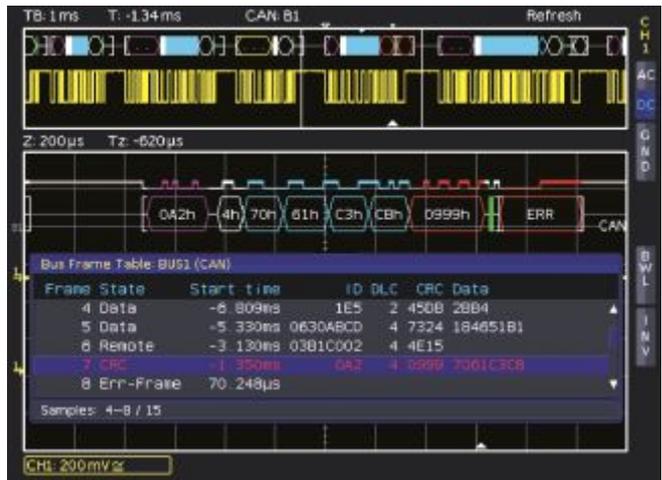


Рис. 13.18 – Таблица шины CAN

13.8 Шина LIN

Для запуска и декодирования сигналов шины LIN требуется опция H0012 или код активации программной опции HV112.

Шина LIN (Local Interconnect Network, коммутируемая локальная сеть) – простая шинная система со структурой типа "Master-Slave", разработана для применения в автотранспорте и используется для обмена данными между модулями контроллера и датчиками или исполнительными устройствами. Сигнал передается по однопроводной линии относительно массы транспортного средства. Шина LIN обладает следующими характеристиками:

- Протокол последовательной передачи данных по однопроводной шине (ориентированный на побайтовую передачу)
- Связь в режиме "Master-Slave" (как правило, до 12 групп)
- Связь под управлением Master (Master инициирует/координирует обмен данными)

Данные передаются в байтах без применения алгоритма контроля четности (на основе UART). Каждый байт содержит начальный бит, 8 битов данных и стоповый бит.

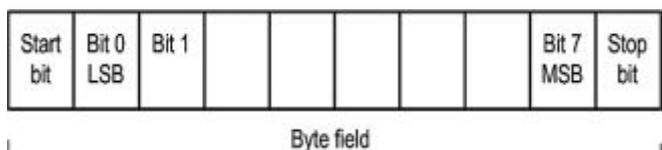


Рис. 13.14 – Структура байта шины LIN

13.8.1 Конфигурация шины LIN

Перед проведением настройки шины необходимо установить правильный пороговый уровень (см. раздел 4.5). По умолчанию пороговый уровень равен 500 мВ.

После выбора типа шины LIN в меню BUS следует нажать функциональную клавишу CONFIGURATION. В открывшемся меню следует нажать верхнюю функциональную клавишу DATA для выбора требуемого канала при помощи универсальной поворотной ручки. Функциональная клавиша POLARITY позволяет переключаться между высоким (High) и низким (Low) состоянием; активное значение будет выделено синим цветом. Аналоговый или цифровой канал может быть подключен к линии LIN-High или LIN-Low. С помощью функциональной клавиши VERSION и универсальной

поворотной ручки может быть выбрана любая версия стандарта LIN (версия 1х, версия 2х, J2602 или любая другая). Функция BIT RATE позволяет задать количество битов, передаваемых в секунду. С помощью универсальной поворотной ручки можно выбрать одно из предустановленных стандартных значений скорости передачи данных или пользовательское значение скорости передачи данных (USER). Максимальное пользовательское значение скорости передачи данных составляет 4 Мбит/с. Пользовательское значение может быть задано с помощью универсальной поворотной ручки или экранной клавиатуры.

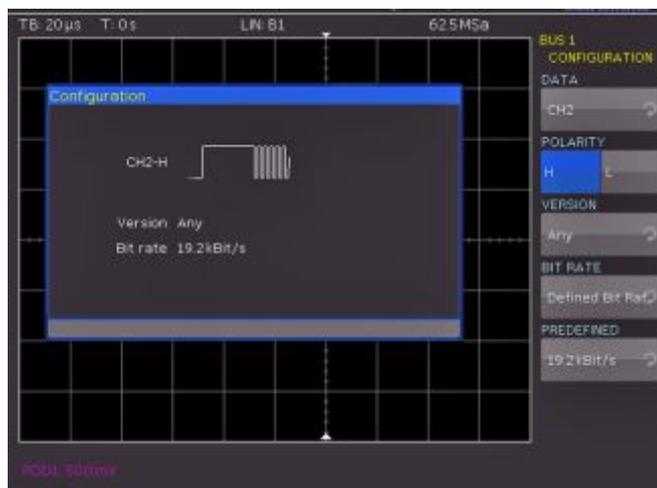


Рис. 13.15 – Меню шины LIN

Определенные участки сообщений шины будут отображаться в цвете, чтобы различать разные области:

- **Белый:** байт синхронизации/правильная контрольная сумма
- **Голубой:** Декодированные данные
- **Желтый:** Идентификатор
- **Зеленый:** Бит четности
- **Красный:** Ошибка кадра

13.8.2 Запуск по сигналам шины LIN

После окончания конфигурирования шины CAN может быть выполнен запуск по различным событиям. Для этого необходимо нажать клавиш TYPE в области TRIGGER панели управления, затем нажать функциональную клавишу SERIAL BUSES. Далее нажать кнопку SOURCE в области TRIGGER и выбрать шину LIN, которая будет доступна, только если была предварительно сконфигурирована. Нажать клавишу FILTER в области TRIGGER для отображения списка всех доступных условий запуска по сигналам шины LIN:

- **START OF FRAME (начало кадра):** Устанавливает событием запуска стоповый бит поля синхронизации.
- **WAKE UP (пробуждение):** Устанавливает событием запуска появление пробуждающего кадра.
- **ERROR C (ошибка):** Идентификация различных ошибок в кадре. Это подменю позволяет выбрать один или несколько типов сообщений об ошибке в качестве условия запуска. В протоколе LIN используется сложный алгоритм вычисления контрольной суммы (Cyclic Redundancy Check – циклический контроль по избыточности). Передатчик вычисляет значение CRC и передает результат в CRC-последовательности. Приемник вычисляет CRC таким же способом. Ошибка CRC возникает, если полученный приемником результат отличается от принятой CRC-последовательности. Функциональная клавиша PARITY позволяет выполнять запуск по ошибке контроля

четности. Битами контроля четности являются 6 и 7 биты идентификатора, при этом выполняется проверка корректности передачи идентификатора. Функциональная клавиша SYNCHRONISATION позволяет выполнять запуск при индикации ошибки в поле синхронизации.

- **ID (идентификатор):** Функциональная клавиша IDENTIFIER позволяет установить условием запуска появление определенного идентификатора или одного идентификатора из заданного диапазона. Функциональная клавиша COMPARE определяет функцию сравнения. Если последовательность содержит, как минимум, один бит с состоянием X (любое), возможен запуск по значению, которое может быть как равным, так и не равным заданному. Если последовательность содержит только биты с состояниями логических 0 или 1, может быть выполнен запуск по значению как превышающему, так и находящемуся ниже заданного. Формат ввода значений PATTERN INPUT может быть двоичным или шестнадцатеричным. В случае двоичного формата ввода значений можно выбрать отдельные биты в потоке данных, для внесения изменений, с помощью функциональной клавиши BIT и универсальной поворотной ручки. Функция STATE позволяет присваивать логическое состояние каждому биту (высокое = H = 1, низкое = L = 0 или X = любое). Состояние X соответствует произвольному состоянию.



Рис. 13.16 – Шина LIN

Если выбран шестнадцатеричный формат, можно использовать функциональную клавишу VALUE и универсальную поворотную ручку для установки значения соответствующего байта. При выборе шестнадцатеричного формата ввода данных в состоянии X может быть установлен только весь байт.



Рис. 13.17 – Меню запуска по данным шины LIN

Для переключения между байтами воспользуйтесь функциональной клавишей BYTE.

- **ID AND DATA (идентификатор и данные):** Функциональное меню IDENTIFIER AND DATA и функциональная клавиша IDENTIFIER SETUP Содержит те же настройки, что и функциональное меню условия ID. Функциональное меню DATA SETUP позволяет задать битовую последовательность или ввести значения в шестнадцатеричном формате для 8 байтов. Доступные функции сравнения значений адреса и данных: EQUAL (равно) и NOT EQUAL (не равно).

Для выхода из всех меню следует трижды нажать клавишу MENU OFF; синхронизация осциллографа будет осуществляться в соответствии с настройками адреса и данных. Для проведения измерений сигналов, задаваемых встроенным генератором последовательностей см. раздел 10.2.5.

13.6.3 Таблица шины данных LIN

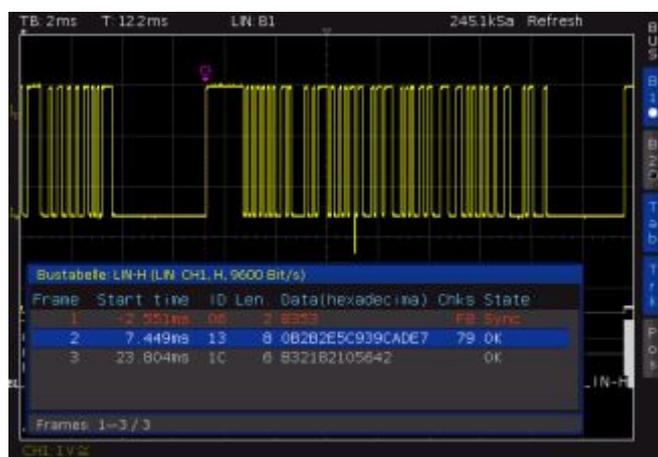


Рис. 13.18 – Пример таблицы шины LIN

Таблица 13.6 – Содержание таблицы шины LIN

Колонка	Описание
Start Time	Время начала фрейма относительно позиции запуска
ID	Идентификатор фрейма
Length	Количество байт данных
Data	Значения байт данных
Chks	Значение контрольной суммы
State	Состояние фрейма: <ul style="list-style-type: none"> ■ OK = фрейм допустимый ■ DATA = во время захвата были декодированы только начало или конец фрейма; данные в настоящий момент недоступны ■ SYNC = ошибка синхронизации ■ CHCK = ошибка контрольной суммы ■ PARI = ошибка четности ■ WAKEUP = фрейм пробуждения ■ INS = содержание фрейма не полностью захвачено; захваченная часть фрейма допустима

14 Дистанционное управление

Осциллографы оснащены встроенной интерфейсной платой, оборудованной разъемами Ethernet и USB.

Для обеспечения возможности обмена данными выбранный интерфейс и его соответствующие настройки в ПК и в осциллографе должны совпадать.

В дополнение к LAN-интерфейсу осциллографы оборудованы портом для подключения по USB-шине. Для этого интерфейса может быть выбран тип доступа к прибору: через виртуальный COM-порт (VCP) или устройство класса USB TMC.

14.1 USB VCP

Все существующие драйверы USB VCP прошли полную проверку и совместимы с операционными системами (ОС) Windows XP™, VISTA™, Windows 7™ и Windows 8™ (32 и 64 бита).

Традиционная версия VCP обеспечивает возможность обмена данными с измерительным прибором с использованием любой программы оконечного устройства и команд SCPI при условии, что установлены соответствующие драйверы ОС Windows. Актуальная версия драйвера USB-VCP может быть бесплатно загружена с главной страницы сайта компании Rohde & Schwarz: www.rohde-schwarz.com. Если соединение между ПК и измерительным прибором было установлено при отсутствии драйвера USB-VCP, ОС выдаст сообщение "Found New Hardware" (найдено новое оборудование). Кроме того, отобразится окно "Found New Hardware Wizard" (мастер установки нового оборудования). Только в этом случае необходимо установить драйвер USB-VCP. Для получения дополнительной информации об установке драйвера USB VCP обратитесь к руководству по установке, содержащемуся в файле драйвера.

Требования для установки драйвера USB-VCP:

- 1 **Осциллограф НМО1052/НМО1072/НМО1102/НМО1212/НМО1222/НМО1232 с включенным интерфейсом USB-VCP.**
- 2 **ПК с установленной ОС Windows XP™, VISTA™, Windows 7™ или Windows 8™ (32 или 64 бита).**
- 3 **Права администратора для установки драйвера. Появление сообщения об ошибке в связи с орфографическими ошибками указывает на то, что права на установку драйвера отсутствуют. В таком случае обратитесь в отдел информационных технологий для получения необходимых прав.**

Кроме того, можно воспользоваться бесплатным ПО HMEExplorer. Благодаря этому Windows-приложению в осциллографах может быть использована терминальная функция для получения снимков экрана и сортировки сохраненных данных измерений.

14.2 USB TMC

Управление посредством устройства класса USB TMC является современной альтернативой управлению через виртуальный COM-порт (VCP). Аббревиатура TMC расшифровывается как "Test & Measurement Class" (класс контрольно-измерительного оборудования). Подключенный измерительный прибор может быть определен без специальных драйверов Windows, если установлены драйверы VISA, и непосредственно

использован в соответствующих областях применения. Интерфейс GPIB служит в качестве модели для структуры TMC. Основное преимущество класса USB TMC заключается в том, что путем опроса определенных регистров пользователь может убедиться, что выполнение команд завершено, и они надлежащим образом обработаны. Однако обмен данными посредством VCP требует проведения анализа и использования механизмов опроса внутренними средствами управляющего ПО, что может значительно усложнить интерфейс измерительных приборов. Регистры состояния TMC совместно с устройствами класса USB TMC позволяют решить эту проблему так же, как и в случае интерфейса GPIB для аппаратных средств, т.е. путем задействования соответствующих линий управления.

ПО HMEExplorer не поддерживает обмен данными через USB TMC.

14.2.1 Конфигурация USB TMC

Для работы осциллографа в режиме USB-TMC требуется наличие универсального драйвера USB-устройства. Класс USB Test & Measurement (USB-TMC) – это протокол, использующий GPIB-подобный обмен данными через USB-интерфейсы, а также отдельный класс приборов с интерфейсом USB. Протокол USB-TMC поддерживает команды запросов обслуживания, запуска и другие команды, характерные для GPIB. Драйверы входят в пакет NI-VISA (Virtual Instrument Software Architecture – архитектура программного обеспечения виртуальных приборов) и могут быть загружены с сайта <http://www.ni.com/downloads/ni-drivers/>.

Для начала необходимо установить драйверы NI-VISA в системе Windows. Убедитесь, что загружается самая последняя версия пакета драйверов NI-VISA. Извлеките загруженный пакет драйверов и следуйте инструкциям по установке.

Пример для NI-VISA 5.4.1 представлен ниже:



Рис. 14.1 – NI-VISA 5.4.1

Выберите "Next" для запуска установки и следуйте инструкциям по установке.



Рис. 14.2 – Инструкции по установке NI-VISA

На этом этапе выберите пункт "NI-VISA xxx --> Leave this feature and its subfeatures installed locally" (локальная установка функционала и соответствующих подфункций).

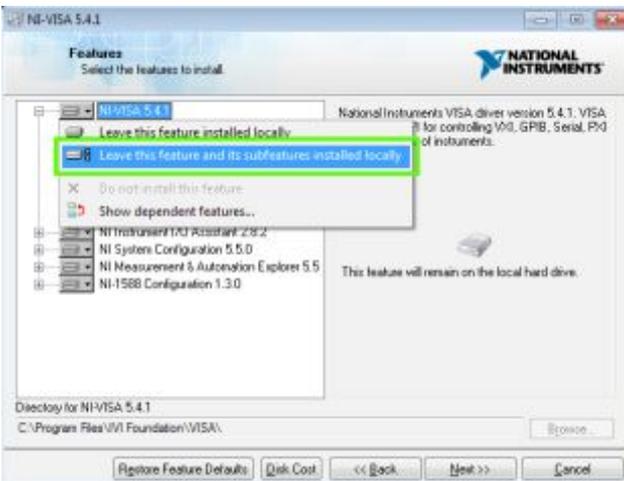


Рис. 14.3 – Локальная установка функционала NI-VISA

После успешной установки драйверов NI-VISA можно подключить осциллограф к интерфейсу USB-TMC. Выберите меню SETUP осциллографа, затем выберите меню INTERFACE.

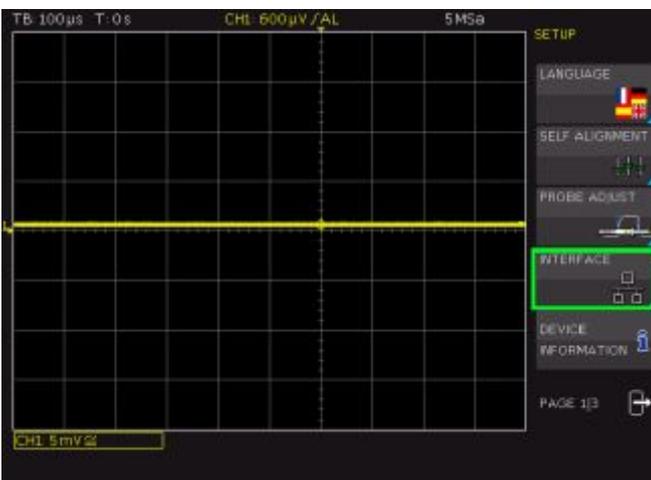


Рис. 14.4 – Меню SETUP

Воспользуйтесь функциональной клавишей для выбора "USB" и затем выберите функциональное меню PARAMETER.

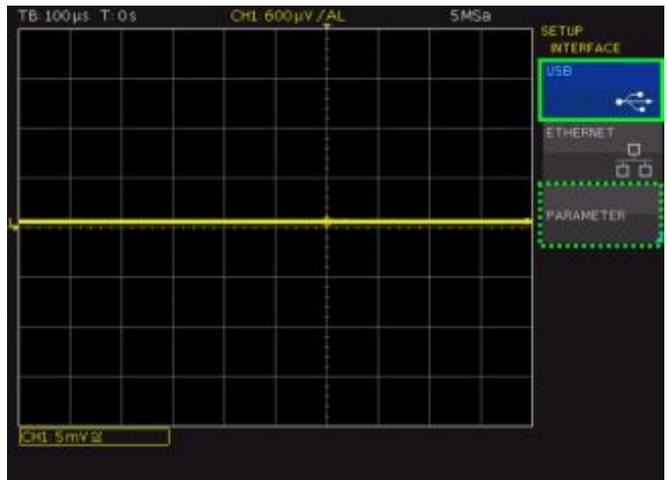


Рис. 14.5 – Меню INTERFACE

Выберите тип USB "USB TMC".

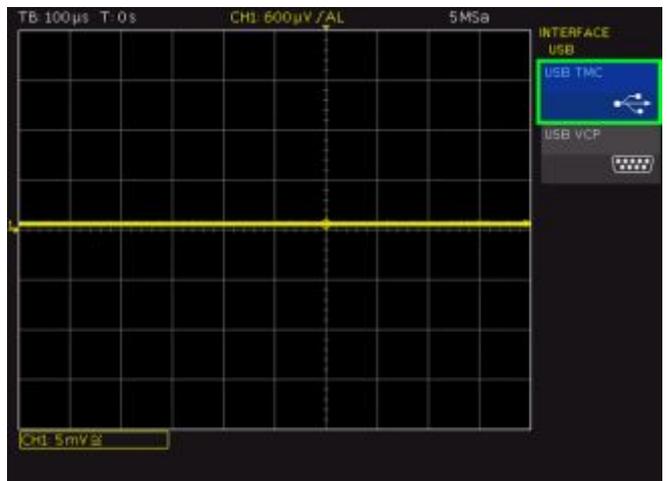


Рис. 14.6 – Меню параметров интерфейса (INTERFACE)

В конце воспользуйтесь кабелем USB-интерфейса (тип А–В) для соединения осциллографа с ПК, на котором установлена ОС Windows. При первом использовании ОС выдаст следующее сообщение: "Found New Hardware" (найдено новое оборудование). При успешном завершении установки появится следующее сообщение: "Device Setup" – "USB Test and Measurement Device (IVI), ready to use" (настройка устройства – контрольно-измерительное USB-устройство (IVI), готово к использованию).



Рис. 14.7 – Установка драйвера прибора

При открытии диспетчера устройств Windows отобразится следующее сообщение: "USB Test and Measurement Devices --> USB Test and Measurement Device (IVI)" (контрольно-измерительные USB-устройства --> контрольно-измерительное USB-устройство (IVI)).

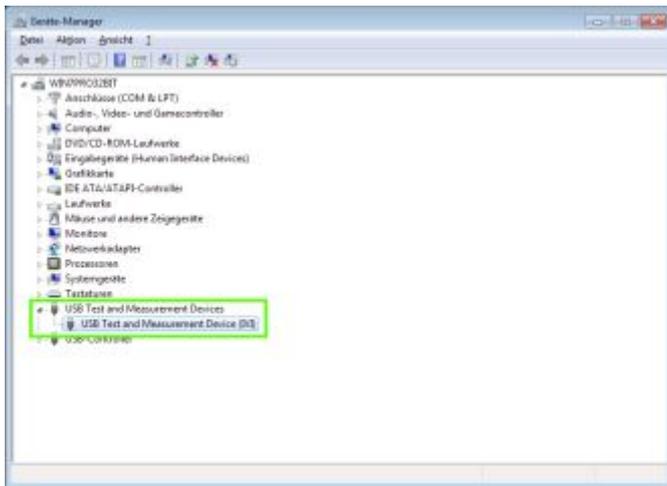


Рис. 14.8 – Диспетчер устройств

14.3 Интерфейс Ethernet

Для прямого или непрямого (через коммутатор) соединения с ПК следует использовать сетевой кабель с двойной защитой (например, CAT.5, CAT.5e, CAT.5+, CAT.6 или CAT.7), снабженный разъемами RJ-45 на концах. Может быть использован как прямой, так и перекрестный кабель.

14.3.1 Настройки Ethernet

ПК и осциллограф должны быть подключены к одной и той же сети, в противном случае удаленное подключение невозможно.

Помимо USB-интерфейса осциллограф оснащен Ethernet-интерфейсом. Выберите ETHERNET в качестве интерфейса, задайте значения всех требуемых настроек осциллографа и нажмите функциональную клавишу PARAMETER. Могут быть заданы все параметры и назначен фиксированный IP-адрес. Кроме того, с помощью функции DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol, протокол динамической конфигурации устройства) можно выбрать динамический IP-адрес. Для задания корректных параметров обратитесь в свой отдел информационных технологий.

Если используется функция DHCP, и система не может назначить IP-адрес осциллографу (например, если не подключен Ethernet-кабель или сеть не поддерживает DHCP), перед повторной настройкой интерфейса может потребоваться подождать несколько минут.

Если прибору присвоен IP-адрес, доступ к нему может быть получен через веб-браузер по этому IP-адресу, поскольку осциллограф оснащен встроенным веб-сервером. Введите IP-адрес в адресную строку вашего браузера (<http://xxx.xxx.xxx.xx>). Откроется окно с именем и типом устройства, серийным номером и интерфейсами с техническими данными и заданными параметрами.



Рис. 14.9 – Окно настройки параметров интерфейса Ethernet

Для передачи снимка экрана осциллографа воспользуйтесь расположенной слева ссылкой Screen Data (щелчок правой кнопкой мыши позволяет скопировать содержимое экрана в буфер обмена для дальнейшего использования). При выборе ссылки SCPI Device Control откроется страница с экранной клавиатурой для передачи на осциллограф команд дистанционного управления

