

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Кафедра радиоэлектроники и систем связи

Б.И. Авдоченко
С.А. Подлиннов
В.Г. Романова

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО КАСКАДА НА ОУ

Методические указания для выполнения лабораторных работ для студентов
технических направлений подготовки и специальностей

Томск
2026

УДК 621.3
ББК 32.85
А18

Рецензент:

Трубачев А.А., доцент кафедры радиоэлектроники
и систем связи ТУСУР, канд. техн. наук

Авдоченко, Борис Иванович

А18 Исследование дифференциального каскада на ОУ: методические указания к лабораторной работе / Б.И. Авдоченко, С. А. Подлиннов, В.Г. Романова. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2026. – 25 с.

Учебно-методическое пособие содержит краткое теоретическое описание по измерению параметров дифференциального каскада на операционном усилителе, предназначено для выполнения лабораторных работ студентами технических направлений подготовки и специальностей.

Одобрено протоколом на заседании кафедры протокол № 1 от 29.08.2025 г.

УДК 621.3
ББК 32.85

© Авдоченко Б.И., Подлиннов С. А.,
Романова В.Г., 2026
© Томск. гос. ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2026

Оглавление

Введение.....	4
1 Краткие теоретические сведения	4
1.1 Операционный усилитель	4
1.2 Дифференциальный усилитель на ОУ	5
1.3 Расчет коэффициента передачи и верхней частоты дифференциального усилителя	6
2 Экспериментальные исследования каскада	8
3 Требования к оформлению отчета	9
Список использованных источников	10
Приложение А (справочное) Порядок подключения питания лабораторного макета	11
Приложение Б (справочное) Основы работы с осциллографом Keysight 1000X.....	12

Введение

Целью работы является исследование характеристик дифференциального каскада на ОУ, расчетным и экспериментальными методами.

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Операционный усилитель

Операционным усилителем (ОУ) называют усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и одноканальным выходом, имеющий высокий коэффициент усиления [1].

Усилитель постоянного тока (УПТ) – электронный усилитель, рабочий диапазон частот которого включает нулевую частоту (постоянный ток). На верхнюю границу частотного диапазона усилителя никаких особых ограничений не накладывается, то есть она может находиться в области высоких частот. Таким образом, термин УПТ можно применять к любому усилителю, способному работать на постоянном токе. В подавляющем большинстве случаев УПТ является усилителем не только тока, но и напряжения [2].

ОУ предназначен для выполнения различных операций с аналоговыми сигналами: усиление и ослабление, сложение и вычитание, интегрирование и дифференцирование, логарифмирование и потенцирование, фильтрация и другие. ОУ в цифровой электронике используется реже. Операции ОУ выполняет за счет вариации цепей положительной и отрицательной обратной связи. Данные цепи могут включать сопротивления, емкости и другие элементы. На элементы накладывается требование приближать параметры ОУ к идеальному источнику напряжения. Условное обозначение ОУ приведено на рисунке 1.1.

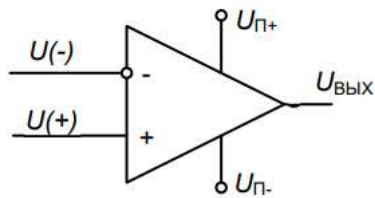


Рисунок 1.1 – Условное обозначение ОУ: (-) – инвертирующий вход ОУ; (+) – неинвертирующий вход ОУ; $U(-)$ – напряжение на инвертирующем входе; $U(+)$ – напряжение на неинвертирующем входе; $U_{ВЫХ}$ – выходное напряжение ОУ; $U_{П+}$ – положительное напряжение питания ОУ; $U_{П-}$ – отрицательное напряжение питания

1.2 Дифференциальный усилитель на ОУ

Схема дифференциального усилителя на ОУ, являющаяся комбинацией инвертирующего и неинвертирующего включения ОУ, приведена на рисунке 1.2.

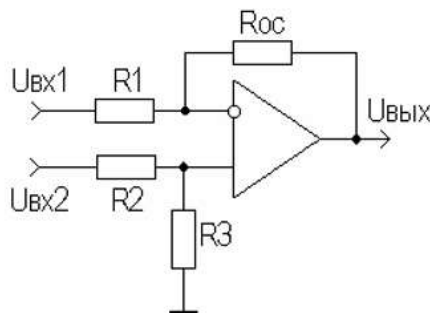


Рисунок 1.2 – Схема дифференциального усилителя на ОУ

В усилителе имеются два входа, инвертирующий и неинвертирующий. При большом усилении ОУ коэффициенты передачи усилителя определяются по выражениям:

$$K_{U_{ИНВ}} = -R_{ОС} / R_1$$

$$K_{U_{НЕИНВ}} = 1 + R_{ОС} / R_1,$$

Независимо от схемы включения ОУ верхнюю граничную частоту можно определить из выражения:

$$f_{с} = f_1 / K_U,$$

где f_1 — частота единичного усиления ОУ.

Амплитуда выходного напряжения определяется выражением:

$$U_{\text{вых}} = K_{\text{инв}} U_{\text{вх1}} + K_{\text{неинв}} U_{\text{вх2}} R_3 / (R_3 + R_2).$$

В случае единичных коэффициентов передачи по каналам, что выполняется при условии равенства резисторов, $R_1=R_2=R_3=R_4$, получаем

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх2}} - U_{\text{вх1}}.$$

На основании полученного выражения, схему дифференциального каскада можно рассматривать как схему вычитания сигналов, поступающих на входы каскада.

Основным недостатком дифференциального усилителя является значительная разница во входных сопротивлениях, что приводит к необходимости учета выходного сопротивления источников сигналов. При большом усилении ОУ входное сопротивление инвертирующего каскада:

$$R_{\text{вх инв}} = R_1 + (R_{\text{ос}} / K_{\text{у ОУ}} + 1) \parallel R_{\text{вх ОУ}} \approx R_1,$$

Входное сопротивление неинвертирующего каскада:

$$R_{\text{вх неинв}} = R_{\text{вх ОУ}} F = R_{\text{вх ОУ}} K_{\text{и ОУ}} / K_{\text{у неинв}}.$$

1.3 Расчет коэффициента передачи и верхней частоты дифференциального усилителя

Значения коэффициента усиления и верхней частоты для прямого и инверсного включения каскада рассчитать по значениям резисторов, приведенных на схеме каскада. Значение частоты единичного усиления f_1 берутся из справочных данных ОУ.

1. Расчет коэффициента усиления и верхней частоты по инверсному каналу при заданных значениях R. Данные расчета представить в виде таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Значения коэффициента усиления инвертирующего каскада

№ резисторов	R2,R3	R2,R4
Ко, дБ		
Fв, кГц		

2. Расчет коэффициента усиления и верхней частоты по прямому каналу при заданных значениях R . Данные расчета представить в виде таблицы 1.2.

Таблица 1.2 – Значения коэффициента усиления неинвертирующего каскада

№ резисторов	R5,R6	R1,R6
Ко, дБ		
Fв, кГц		

Примечание. Значения резисторов отрицательной ОС взять по указанию преподавателя.

Значения коэффициента усиления неинвертирующего каскада определяются при величине резисторов R_{oc1} , R_{oc2} и R_1 , которые указывает преподаватель

Расчетные значения соответствующих верхних частот определяются при спаде коэффициента усиления на уровень 0,707 от максимального значения коэффициента усиления.

По результатам расчетов построить на одном графике ЛАЧХ инвертирующего и неинвертирующего каскадов. Обратит особое внимание на точку сопряжения.

2 Экспериментальные исследования каскада

1. Собрать схему включения исследуемого устройства (макет №3).
2. Включить два источника питания ОУ $\pm 12\text{В}$, соблюдая полярность (Приложение А).
3. Подать на инвертирующий вход ОУ прямоугольный импульс положительной полярности со скважностью 5, амплитудой 10 мВ и частотой 1 кГц.
4. Измерить амплитуду выходного сигнала и определить экспериментальное значение коэффициента усиления K_1 инвертирующего каскада. Сравнить с расчетным значением, зарисовать форму выходного сигнала.
5. Подать на вход гармонический сигнал амплитудой 100 мВ. Увеличивая частоту входного сигнала, определить частоту f_b , на которой коэффициент передачи изменится на 3 дБ (уровень 0,707 от значения усиления на частоте 1 кГц).
6. Повторить результаты измерений для инвертирующего каскада для другого значения резистора обратной связи.
7. Повторить результаты измерений для неинвертирующего входа каскада при двух значениях резисторов обратной связи.
8. По результатам измерений построить ЛАЧХ инвертирующего и неинвертирующего каскада на одном графике с расчетными характеристиками.
9. Подать одновременно на инвертирующий и неинвертирующий вход ОУ прямоугольный импульс положительной полярности со скважностью 5, амплитудой 10 мВ и частотой 1 кГц от внутреннего генератора осциллографа.
10. Зафиксировать в отчёт формы сигналов на выходе дифференциального каскада при всех комбинациях резисторов обратной связи ($R_1 - R_3$, $R_1 - R_4$, $R_5 - R_4$, $R_5 - R_3$).

3 Требования к оформлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Постановку задачи исследований.
 2. Краткие теоретические сведения.
 3. Результаты расчетов.
 4. Экспериментальные результаты в виде таблиц и рисунков.
 5. Логарифмические АЧХ с расчетными и экспериментальными результатами.
 6. Выводы по работе с сопоставлением теории и эксперимента.
- Отчет оформляется в электронном виде и загружается в электронный курс.

Список использованных источников

1. Красько А.С. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2006. – 180 с.
2. Титов А. А. Схемотехника сверхширокополосных и полосовых усилителей мощности: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 197 с.
3. Осциллографы Keysight InfiniiVision 1000 серии X: Руководство по эксплуатации. – 116 с. – URL: <https://micro-electronics.ru/upload/iblock/4a6/4a64d2d0e6e2fe331db99d5129785d83.pdf> (дата обращения: 03.07.2025).

Приложение А

(справочное)

Порядок подключения питания лабораторного макета

Включение питания лабораторного макета осуществляется в несколько этапов:

1. Включить источники питания (ИП), выставить напряжение 12 вольт на двух источниках питания.
2. Черный провод включаем в клемму плюс верхнего источника питания, второй черный провод включаем в минус нижнего источника питания.
3. Красный провод включаем в плюс нижнего источника питания.
4. Синий провод в минус верхнего источника питания. В итоге у нас получается сдвоенный черный провод это нейтраль, синий провод — это минус, красный провод — это плюс.
5. Необходимо включить ИП для этого одновременно на обоих ИП нажимаем кнопку OUTPUT. На индикаторах ИП питания должна появиться надпись OUTPUT ON. На дисплеях ИП мы также видим потребляемый ток и мощность, которую потребляет лабораторный стенд.

Перед подключением коаксиальных кабелей стандарта BNC необходимо произвести их проверку, которую можно разделить на следующие этапы:

1. Включить осциллограф со встроенным генератором;
2. Подключить выход генератора ко входу осциллографа через тестируемый кабель;
3. Выставить необходимые параметры, запустить измерения и наблюдать осциллограмму, которая должна соответствовать предустановкам генератора.

Приложение Б

(справочное)

Основы работы с осциллографом Keysight 1000X

Начало работы:

Нажмите кнопку включения/выключения питания. Кнопка включения/выключения питания находится в левом нижнем углу на передней панели устройства. Осциллограф выполнит процедуру самодиагностики и через несколько секунд будет готов к работе.

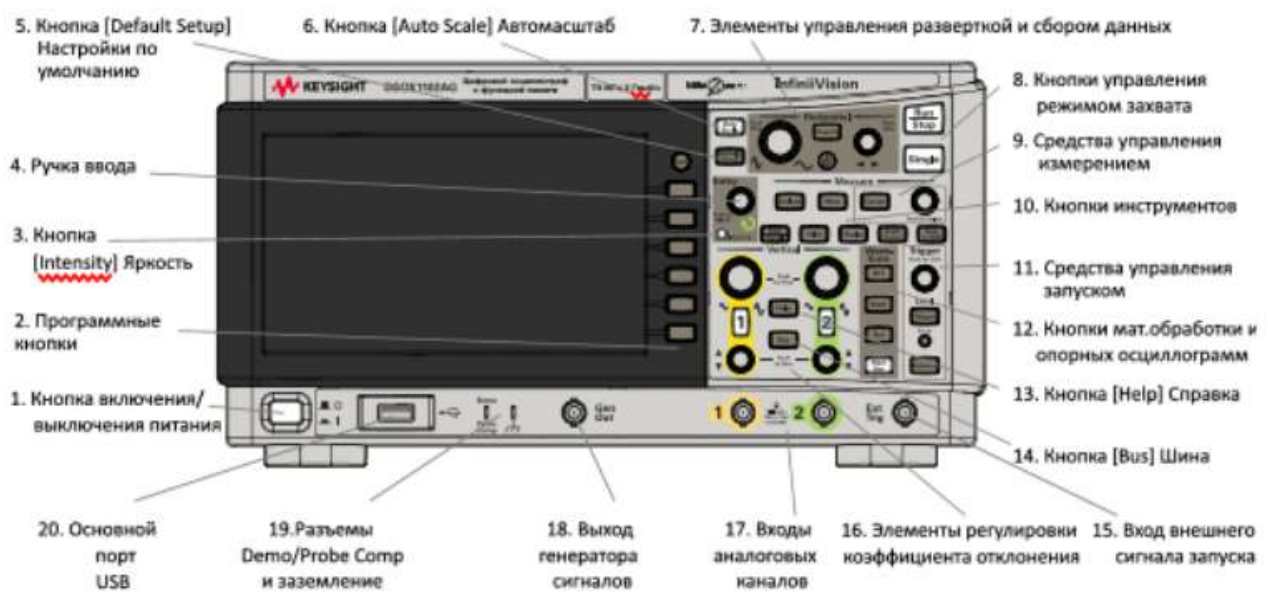


Рисунок Б.1 – Органы управления осциллографом

Под кнопкой, находящейся на передней панели, подразумевается любая кнопка (клавиша), которую можно нажать.

Программные кнопки – это шесть кнопок, расположенных непосредственно рядом с дисплеем. Меню и метки программных кнопок отображаются на дисплее при нажатии других кнопок на передней панели. Функции программных кнопок меняются при навигации по разным меню осциллографа.

Описание элементов, обозначенных на данном рисунке с помощью цифр, см. в приведенной далее таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Органы управления осциллографом

№ кнопки	Название кнопки	Описание
1	Кнопка вкл/выкл	Чтобы включить питание, нажмите один раз; нажмите еще раз, чтобы отключить питание
2	Программные кнопки	Функции этих кнопок зависят от меню, отображаемых на дисплее рядом с ними. Кнопка Back (Назад) выполняет перемещение назад в иерархии меню программных кнопок. На вершине иерархии кнопка Back (Назад) отключает меню. Вместо него на экране отображаются сведения об осциллографе.
3	Кнопка [Intensity] (Яркость)	Нажмите эту кнопку, чтобы включить её подсветку. После поверните ручку ввода, чтобы отрегулировать яркость отображаемого сигнала. Вы можете изменять яркость для выявления подробностей формы сигнала, как и при работе с аналоговым осциллографом.
4	Ручка ввода	Ручка ввода используется для выбора элементов меню и изменения значений параметров. Функция ручки ввода меняется в зависимости от выбранных меню и программной кнопки. Учтите, что когда символ ручки ввода отображается на одной из программных кнопок, также можно выбрать значение с помощью ручки ввода. Часто для осуществления выбора достаточно поворота ручки ввода. Иногда

		ручку ввода можно нажать, чтобы подтвердить или отменить выбор. Кроме того, нажатием ручки ввода с экрана убираются всплывающие меню.
5	Кнопка [Default Setup] (Настр.по умолчанию)	Нажмите эту кнопку, чтобы восстановить настройки осциллографа по умолчанию
6	Кнопка [Auto Scale] (Автомасштаб)	При нажатии кнопки [AutoScale] (Автомасштаб) осциллограф быстро определяет активные каналы, включает их и масштабирует для отображения входных сигналов на экране.

Для удобства изучения приведем увеличенный вид панели управления смотри рисунок Б.2.



Рисунок Б.2 – Органы управления осциллографом

Продолжение таблицы Б.1.

7	<p>Элементы управления разверткой и сбором данных</p>	<p>Управление разверткой и сбором данных включает следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ручка масштаба развертки – поверните ручку в секции развертки с меткой для настройки значения времени/деления. Знаки под этой ручкой означают, что с ее помощью можно развернуть или уменьшить сигнал за счет масштабирования по горизонтали. Нажмите ручку масштаба развертки для переключения между точной и грубой регулировкой. • Ручка положения коэффициента развертки – поверните ручку, обозначенную как для горизонтального перемещения по сигналу. При этом можно отобразить полученный сигнал до момента запуска (поворот ручки по часовой стрелке) или после (поворот ручки против часовой стрелки). Если перемещение по сигналу происходит при остановленном захвате осциллографе (по нажатию кнопки STOP), то отображаются данные сигнала, полученного последним. • Кнопка [Acquire] Сбор – нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню сбора данных, в котором можно выбрать временной режим "Нормальный", "XY" или "Прокрутки", включить или выключить масштабирование и выбрать точку отсчета времени запуска. Кроме того, можно выбрать режим сбора
---	---	--

		<p>данных "Нормальный", "Обнаружение пиков", "Усреднение" или "Высокое разрешение",</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кнопка "Масштаб" нажмите кнопку масштаба , чтобы разделить дисплей осциллографа на экраны "Нормальный" и "Масштаб", не открывая меню "Сбор"
8	Кнопки управления режимом захвата	<p>Когда кнопка [Run/Stop] (Пуск/Стоп) светится зеленым светом, осциллограф работает, то есть, при соблюдении условий запуска выполняется сбор данных. Для останова сбора данных нажмите кнопку [Run/Stop] (Пуск/Стоп).</p> <p>Когда кнопка [Run/Stop] (Пуск/Стоп) светится красным светом, сбор данных остановлен. Для запуска сбора данных нажмите кнопку [Run/Stop] (Пуск/Стоп).</p> <p>Для однократного запуска и отображения данных (вне зависимости, работает осциллограф или остановлен) нажмите кнопку [Single] (Однократный запуск). Пока идет запуск осциллографа, кнопка [Single] (Однократный запуск) светится желтым светом.</p>
9	Средства управления измерением	<p>К средствам управления измерением относятся следующие. •Кнопка [Analyze] Анализ – нажмите эту кнопку, чтобы</p>

		<p>обратиться к функциям анализа, таким как установка уровня запуска, установка измерительных порогов, автоматическая настройка запуска по видеосигналам и их отображение или цифровой вольтметр</p> <ul style="list-style-type: none"> •Кнопка [Meas] Измерения – нажмите эту кнопку для доступа к предварительно заданным измерениям. • Кнопка [Cursors] Курсоры – нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню, с помощью которого можно выбрать режим курсоров и источник. •Ручка курсоров – нажмите эту ручку, чтобы выбрать во всплывающем меню курсоры. Затем, когда всплывающее меню закроется (по истечении времени отображения или после повторного нажатия данной ручки), отрегулируйте с ее помощью положение выбранного курсора.
10	Клавиши Tools	<p>Сюда относятся следующие кнопки:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Кнопка [Save/Recall] Сохранение/вызов – нажмите эту кнопку, чтобы сохранить настройки осциллографа, изображения экрана, данные сигналов или файлы маски, либо восстановить настройки, файлы маски или опорные сигналы. •Кнопка [Utility] Утилиты – нажмите эту кнопку, чтобы обратиться к меню "Утилиты", в котором можно настроить параметры вводавывода осциллографа, пользоваться файловым обозревателем,

		<p>задавать значения параметров, обращаться к меню обслуживания и выбирать другие функции.</p> <p>Кнопка [Display] Дисплей – нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню, в котором можно включить послесвечение, настроить яркость сетки (координатной), метки сигналов, добавить аннотацию и очистить дисплей</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кнопка [Quick Action] Быстрое действие – нажмите эту кнопку, чтобы выполнить выбранное быстрое действие: общий снимок измерений, печать, сохранение, вызов, остановка изображения и другие. • Кнопка [Save to USB] Сохр на устр-ве USB – нажмите эту кнопку, чтобы выполнить быстрое сохранение на USB-накопителе.
11	Средства управления запуском	<p>С помощью элементов управления запуском задаются параметры запуска осциллографа для сбора данных. Управление включает следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ручка уровня – поверните ручку уровня, чтобы настроить уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите ручку, чтобы установить уровень на 50% сигнала. Если используется связь по переменному току, то при нажатии этой ручки уровень запуска будет установлен на 0 В. Положение уровня запуска для аналогового канала показано

		<p>соответствующим значком 5 в крайней левой части экрана (если аналоговый канал включен). Значение уровня запуска для аналогового канала отображается в верхнем правом углу экрана.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кнопка [Trig] Зап. – нажмите эту кнопку, чтобы выбрать тип запуска (по фронту, по длительности импульса, по видеосигналу и т.д.). Можно также настроить параметры, оказывающие влияние на все типы запуска. • Кнопка [Force] Принуд. – инициирует запуск (какого-либо действия) и отображает сбор данных. Эту кнопку можно использовать в режиме запуска "Нормальный", когда сбор данных осуществляется только при выполнении условия запуска. В этом режиме, если запуск не выполняется (то есть отображается индикатор "Запуц.?"), можно нажать кнопку [Force] Принуд., чтобы принудительно выполнить запуск и проверить поступающие сигналы. • Кнопка [External] Внешн. – нажмите эту кнопку, чтобы настроить параметры входа внешнего запуска.
12	Мат.обработка и опорные осциллограммы	<p>К дополнительным средствам управления сигналом относятся следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кнопка [FFT] БПФ – доступ к функции анализа спектра БПФ

		<ul style="list-style-type: none"> • Кнопка [Math] (Математика) — доступ к сигналам математических функций (сложение, вычитание, и т.д.). • Кнопка [Ref] (Опорн.) — доступ к функциям опорного сигнала. Опорный сигнал – это сохраненный сигнал, который можно отобразить и сравнить с сигналом другого аналогового канала или математической функции. • Кнопка [Wave Gen] Генер.сигналов – в моделях осциллографов с индексом G в конце номера, имеющих встроенный генератор сигналов, нажмите эту кнопку, чтобы получить доступ к функциям генератора сигналов.
13	Кнопка [Help] (Справка)	Открывает меню справки, в котором можно просматривать темы справки и выбрать язык отображения.
14	Кнопка [Bus] Шина	<p>Открывается меню шины, в котором доступны следующие действия.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отображение шины, состоящей из входов аналоговых каналов и входа внешнего запуска, где канал 1 представляет младший бит, а вход внешнего запуска – старший бит. • Включение декодеров последовательной шины.
15	Вход сигнала внешнего запуска	Внешний разъем входного сигнала запуска BNC.

16	Средства регулировки по вертикали	<p>К средствам регулировки по вертикали относятся следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кнопки включения/выключения аналоговых каналов — эти кнопки используются для включения или выключения канала или для доступа к меню каналов, присвоенных программным кнопкам. Для каждого аналогового канала имеется своя кнопка включения/выключения. • Ручка масштаба коэффициента отклонения — для каждого канала имеются ручки, обозначенные как. Эти ручки используются для изменения чувствительности по вертикали (усиление) каждого из аналоговых каналов. Нажмите ручку масштаба коэффициента отклонения канала для переключения между точной и грубой регулировкой. По умолчанию устанавливается режим расширения сигнала относительно уровня заземления канала, однако этот режим можно изменить на расширение относительно центра экрана. Ручки положения по вертикали — эти ручки используются для изменения положения канала по вертикали. Для каждого аналогового канала имеется свой регулятор положения по вертикали. Значение напряжения, которое мгновенно отображается в правом верхнем углу
----	-----------------------------------	--

		дисплея, соответствует разности напряжений между центром экрана по вертикали и уровнем заземления. Оно также может соответствовать напряжению в центре экрана по вертикали, если вертикальное расширение задано относительно заземления.
17	Входы аналоговых каналов	Подключите к этим разъемам BNC пробники осциллографа или кабели BNC. Импеданс на входе аналогового канала осциллографа InfiniiVision 1000 серии X составляет 1МОм. Кроме того, в них не предусмотрено автоматического определения пробника, поэтому для обеспечения точности измерений следует должным образом настроить коэффициент затухания пробника.
18	Выход генератора сигналов	В моделях осциллографов, оканчивающихся на G, встроенный генератор сигналов может выводить на разъем Gen Out BNC синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный сигналы, постоянное напряжение или шум. Нажмите кнопку [Wave Gen] (Генер.сигналов), чтобы настроить генератор сигналов. Можно также отправить выходной сигнал запуска или сигнал сбоя теста по маске на разъем Gen Out BNC.
19	Разъемы Demo/Probe Comp, Ground	Разъем Demo – на этот разъем выводится сигнал компенсации пробника, с помощью которого можно сопоставить входное

		<p>емкостное сопротивление пробника с каналом осциллографа, к которому тот подключен. При наличии определенных лицензированных функций на этот контакт осциллографа могут также выводиться демонстрационные и учебные сигналы.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разъем заземления – этот разъем используется для заземления пробников, подключенных к разъему Demo/Probe Comp.
20	Основной порт USB	<p>Этот порт предназначен для подключения к осциллографу USBнакопителей или принтеров. Подключите совместимый с USB накопитель (флеш-память, жесткий диск и т.д.) для сохранения или восстановления файлов настроек осциллографа и опорных сигналов или сохранения данных и изображений экрана. Для выполнения печати подключите совместимый USB-принтер. При наличии доступных обновлений порт USB можно использовать и для обновления системного ПО осциллографа. Перед отключением USB-накопителя "извлекать" его не требуется. Просто убедитесь, что все запущенные операции с файлами выполнены, и отключите устройство от порта USB осциллографа. ВНИМАНИЕ! Не следует подключать основной компьютер к основному порту USB осциллографа. Основной компьютер распознает осциллограф как устройство, поэтому его</p>

		следует подключать к порту осциллографа для устройств (расположен на задней панели).
--	--	--

Экран осциллографа

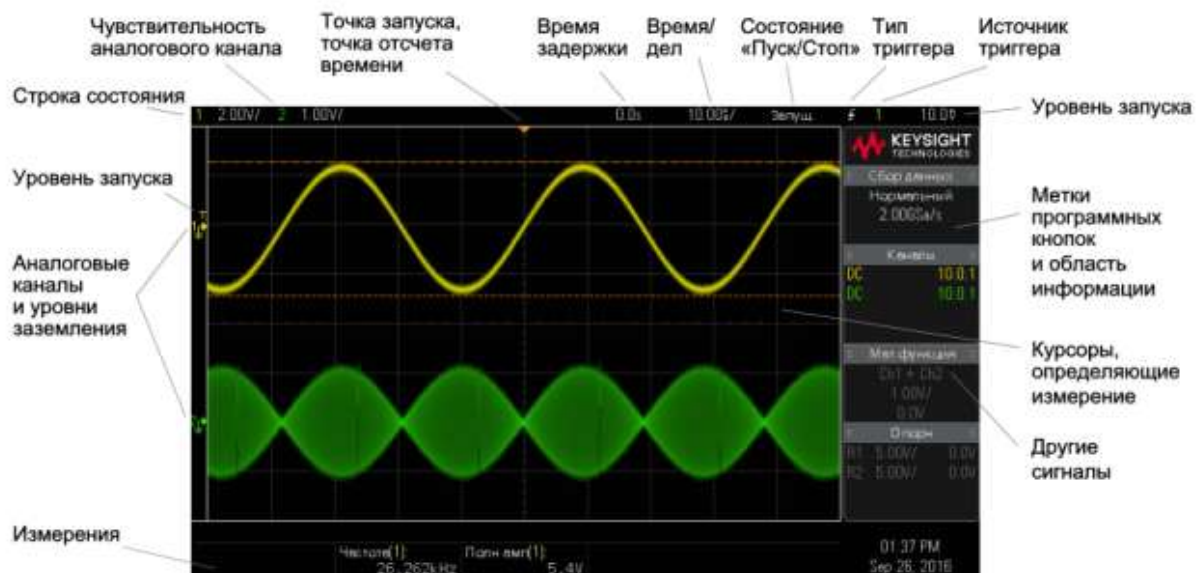


Рисунок Б.3 – Графический интерфейс осциллографа

Таблица Б.2 – Описание функциональных полей экрана осциллографа

Строка состояния	Верхняя строка экрана содержит сведения о настройках по вертикали, горизонтали и настройках запуска.
Область отображения	Область отображения содержит полученные сигналы, идентификаторы каналов, а также индикаторы аналогового запуска и уровня заземления. Сведения о каждом аналоговом канале отображаются разным цветом. Для отображения деталей сигналов используется 256 уровней яркости.
Метки программных кнопок и	При нажатии большинства кнопок передней панели в этой области отображаются краткие названия пунктов меню и метки программных кнопок. Метки описывают функции программных кнопок. Обычно с помощью

<p>область информации</p>	<p>программных кнопок настраиваются дополнительные параметры выбранного режима или меню. При нажатии кнопки "Назад" выполняется возврат к предыдущему меню иерархии, пока не будут убраны все метки программных кнопок и не отобразится область информации. Область информации содержит сведения о сборе данных, аналоговом канале, математической функции и опорном сигнале. Можно также задать автоматическое выключение меню программных кнопок по истечении указанного периода времени ([Utility] Утилиты > Параметры > Menu Timeout). При нажатии кнопки "Назад", когда отображается область информации, выполняется возврат к последнему открытому меню.</p>
<p>Область измерений</p>	<p>Когда измерения или курсоры включены, эта область содержит результаты автоматических измерений и использования курсоров. Когда измерения выключены, в этой области отображается дополнительная информация о состоянии, описывающая смещение канала и другие параметры конфигурации.</p>