

# 5 поширених помилок під час купівлі бюджетного осцилографа

Переклад: Вадим Потапенко

Редагування: Віктор Бутирін, директор, Юнітест

E-mail: Victor\_Butyryn@unitest.com

**Вибір осцилографа, що оптимально підходить для ваших потреб, — непросте завдання, особливо в умовах обмеженого бюджету. Кожен хоче витратити гроші раціонально, щоб економія була розумною і без шкоди якості виконуваних вимірювань (рис. 1). У статті йде мова про найпоширеніші помилки, яких припускаються під час купівлі дешевих осцилографів. Сподіваємося, що вона допоможе читачам уникнути їх.**

Наведемо п'ять найпоширеніших помилок під час купівлі дешевих осцилографів:

- економія на смузі пропускання;
- вибір USB-осцилографа;
- недооцінка важливості зручності експлуатації;
- недооцінка важливості сервісного обслуговування.

## ПОМИЛКА № 1: ЕКОНОМІЯ НА СМУЗІ ПРОПУСКАННЯ

Паспортна смуга пропускання осцилографа — це частота, на якій досліджуваний сигнал синусоїдальної форми послаблюється за рівнем на  $-3$  дБ (амплітуда сигналу зменшується на 30%).

Незважаючи на очевидний факт, що смуга пропускання вважається основним критерієм під час купівлі осцилографа, люди часто недооцінюють всю серйозність наслідків неправильного вибору. Багато хто розмірковує: «Якщо я працюю з сигналами частотою 10 МГц, значить осцилографа 30 МГц буде достатньо?». Насправді такого осцилографа буде достатньо тільки для вимірювання сигналів синусоїдальної форми, тому що сигнал прямокутної форми складається з сигналу синусоїдальної форми фундаментальної частоти й нескінченної кількості непарних гармонійних складових. Тому відоме правило, яке говорить, що «Пропускна здатність осцилографа повинна втричі перевищувати частоту сигналу», на всі випадки не підходить.

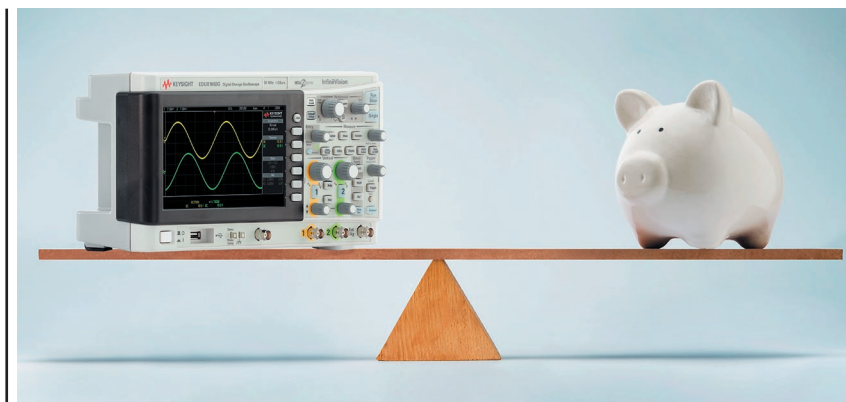
Для дослідження цифрових сигналів за допомогою сучасних осцилографів основного призначення існує таке хороше правило: смуга пропускання має щонайменше в п'ять разів перевищувати найбільшу тактову частоту досліджуваного пристрою. Такий осцилограф підійде для вимірювання сигналу аж до п'ятої гармонійної складової з його мінімальним ослабленням. П'ята гармоніка вкрай важлива для визначення загальної форми досліджуваного цифрового сигналу. Тому для повноцінного та якісного вимірювання цифрових сигналів пропускна здатність осцилографа повинна в п'ять разів перевищувати фундаментальну частоту досліджуваних цифрових сигналів.

Для вимірювання аналогових сигналів до пропускної здатності осцилографа висуваються більш м'які вимоги. На одній третині паспортної пропускної здатності осцилографа ослаблення досліджуваних сигналів буде мінімальним. Тому для подібних досліджень можна обмежитися осцилографом із пропускною здатністю, що втричі перевищує частоту аналогового сигналу.

Це допомагає визначити частотні складові досліджуваного сигналу. Усі осцилографи мають амплітудно-частотну характеристику (АЧХ) у смузі пропускання нижніх частот, яка знижується за високих частот, як показано на рисунку 2.

Під час вибору смуги пропускання осцилографа раціонально брати прилад із запасом на майбутнє, наприклад, якщо надалі буде потрібно досліджувати сигнали більшої частоти.

Навіть припустившись помилки та придбавши осцилограф із недостатньою смугою пропускання, можна буде збільшити його пропускну здатність, але це поширюється тільки на моделі певних виробників. Наприклад, серед осцилографів *Keysight InfiniiVision серії 1000X*



**Рис. 1.** Вибір осцилографа в умовах обмеженого бюджету, що оптимально підходить для ваших потреб, — непросте завдання

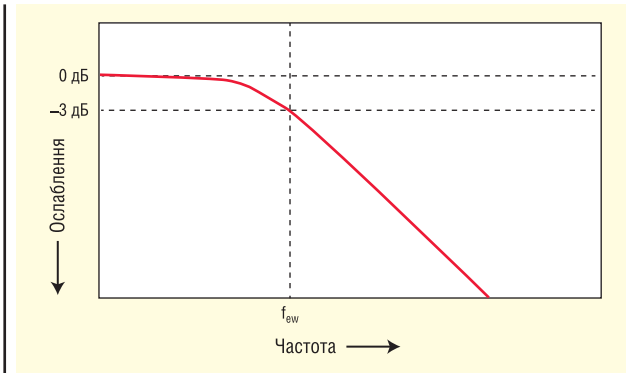


Рис. 2. Осцилограф із гаусівською АЧХ

(рис. 3) є моделі 70 МГц, які можна досить просто і недорого модернізувати до моделей 100 МГц, придбавши додаткову програмну ліцензію.

У більшості осцилографів із паспортною смугою пропускання 1 ГГц так звана амплітудно-частотна характеристика Гауса за своїми характеристиками близька до однополюсного фільтра нижніх частот.

Послаблення сигналу на частоті  $-3$  дБ призводить до 30-відсоткової похибки амплітуди. Виходить, що під час дослідження синусоїдального сигналу розмахом 1 В і частотою 100 МГц осцилограф зі смугою пропускання 100 МГц покаже розмах напруги в межах 700 мВ ( $-3$  дБ =  $20 \text{ Log}(0.707/1.0)$ ). Таким чином, неможливо отримати точні результати вимірювання сигналів, значущі частоти яких знаходяться біля меж пропускну здатності осцилографа. Завжди пам'ятайте такі правила:

- Для досліджень цифрового сигналу необхідний осцилограф зі смугою пропускання щонайменше в 5 разів більшою за фундаментальну частоту.
- Для досліджень аналогового сигналу потрібен осцилограф зі смугою пропускання щонайменше в 3 рази більшою за фундаментальну частоту

## ПОМИЛКА № 2: ВИБІР USB-ОСЦИЛОГРАФА

На перший погляд, багатьом може здатися, що USB-осцилограф — вдалий варіант окремого вимірювального приладу, тому що він менший, компактніший і, як очікується, обійдеться дешевше. Однак кожен власник такого USB-осцилографа незабаром усвідомлює, що необхідне додаткове обладнання, зокрема комп'ютер і, в деяких випадках, генератор сигналів, і в підсумку весь цей комплект виявляється

громіздким, важким і незручним. Все це займає набагато більше місця на робочому столі, ніж окремий осцилограф. Якщо функціональних можливостей USB-осцилографа виявляється недостатньо, доводиться йти на додаткові витрати. Окремий осцилограф об'єднує в собі одразу кілька приладів, зокрема генератор сигналів, аналізатор протоколів послідовних шин, аналізатор амплітудно-частотної характеристики тощо, заощаджуючи гроші, і місце на робочому столі.

Інший недолік, характерний для USB-осцилографів, полягає в тому, що вони не мають зручного керування на передній панелі. Хороший окремий осцилограф, навпаки, пропонує дуже зручне та інтуїтивно зрозуміле керування. Комп'ютер не можна назвати ідеальним варіантом для керування і роботи з осцилографом. Або меню розташовані в незручних місцях, або графічний інтерфейс користувача (*Graphical User Interface, GUI*) досить складний. І, зрозуміло, немає окремих кнопок і ручок керування. Крім цього, можливості масштабування USB-осцилографів досить обмежені, найчастіше це всього 1-2-5-кратне збільшення повного діапазону. Ще один недолік осцилографів з портами USB полягає в тому, що вони зазвичай мають більш обмежений діапазон досліджуваних сигналів, ніж окремі осцилографи. Деякі моделі підходять для дослідження сигналів максимум 5 В.

Зупиняючи свій вибір на USB-осцилографі, необхідно розуміти, що ви позбавляєте себе такої переваги, як постійне оновлення результатів на екрані, що дає змогу бачити рідкісні події та аномалії. Наприклад, осцилограф Keysight серії 1000X має швидкість оновлення сигналів на екрані 50 000 осцилограм на секунду, що дає змогу розглянути більше деталей сигналу. З USB-осцилографом замість моментально оновлюваних результатів на екрані доведеться самостійно натискати клавішу на клавіатурі, чекати, знову натискати та знову чекати. Швидкість оновлення в USB-осцилографа набагато нижча у всіх сенсах. Ви можете не помітити й не зареєструвати глітчів, не внести відповідні зміни в досліджуване обладнання, а хіба не це перша та головна причина купівлі осцилографа? Сам осцилограф не підтримує пряму передачу даних через порт USB. Він спочатку записує дані, що реєструються, у вбудований буфер і тільки потім передає їх на комп'ютер.

У вартість USB-осцилографа необхідно закладати витрати на ноутбук, розділовий трансформатор і з'єднувальні кабелі. Тому, якщо взяти повну реальну вартість такого осцилографа та порівняти її з вартістю окремого осцилографа, що об'єднує в собі все необхідне, різниця вийде невеликою. Тоді навіщо купувати USB-осцилограф, коли можна взяти повноцінний професійний окремий осцилограф за тією ж ціною?



Рис. 3. Осцилографи Keysight InfiniiVision серії 1000X

### ПОМИЛКА № 3: НЕДООЦІНКА ВАЖЛИВОСТІ ЗРУЧНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

К оли ми чуємо про «зручність використання», «зручність керування» і «простота» — це не просто гучні слова. Наскільки зручно буде користуватися осцилографом і наскільки висока при цьому вийде продуктивність праці, не менш важливо, ніж просто характеристики осцилографа. Не можна недооцінювати важливість зручного та інтуїтивно зрозумілого графічного інтерфейсу користувача, ручок швидкого налаштування осцилографа і довідкової служби, яку можна в будь-який момент швидко відкрити та дізнатися все необхідне. Краще витратити більше часу на дослідження сигналів, ніж на освоєння осцилографа зі складним керуванням.

Варто зазначити, що поняття зручності суб'єктивне. Це не просто чітко прописана в паспорті осцилографа характеристика, за якою можна порівнювати моделі різних виробників. Це узагальнене поняття.

Під зручністю використання, зокрема, маються на увазі такі властивості екрана, як якість, що дає змогу бачити навіть найдрібніші складові сигналу. Серед інших таких властивостей можна відзначити швидкість оновлення сигналів на екрані, розмір і роздільну здатність екрана, кути огляду, кольоровий або чорно-білий, режими користувача, наприклад, змінні та режим довгого післясвітіння екрана.

### Інтуїтивний графічний інтерфейс, ручки та кнопки

Зручний осцилограф має ручки, за допомогою яких можна швидко налаштувати всі часто використовувані змінні, включно з чутливістю по вертикалі (В/поділ.), положенням по вертикалі, швидкістю розгортки, положенням по горизонталі та варіантами запуску за умовою (рис. 4).

Наприклад, під час дослідження хочеться мати можливість швидко виконувати перетворення Фур'є.

Швидкі перетворення Фур'є (ШПФ) застосовуються для аналогових вхідних каналів або арифметичних операцій. Наявність ручки або кнопки на передній панелі осцилографа, за допомогою якої можна швидко налаштувати потрібний параметр, може здатися дрібницею, але ця дрібниця насправді набагато прискорить процес вимірювання і заощадить час.

### Багатомовний графічний інтерфейс і вбудована служба довідки

Кожному хочеться працювати з осцилографом знайомою мовою. Якщо виникає питання про призначення і правила використання тієї чи іншої функції осцилографа, дуже зручно прочитати опис такої функції знайомою мовою. У деяких осцилографах, зокрема моделях Keysight серії 1000X, достатньо

просто натиснути й тримати кілька секунд будь-яку кнопку на панелі осцилографа, щоб отримати короткий опис функції.

### ПОМИЛКА № 4: НЕДООЦІНКА ВАЖЛИВОСТІ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Багато хто думає так: «Осцилограф — це простий прилад, навіщо мені сервіс!» Але що робити, якщо з купленим осцилографом почнуться проблеми? Що якщо попадеться бракований осцилограф або він зламається протягом гарантійного терміну? Або що робити, якщо в осцилографі відсутня функція, яка повинна була бути? Деякі люди вже тільки після купівлі починають розуміти, що проблема їхнього осцилографа не вважається гарантійним випадком, або наскільки складно домогтися від сервісного центру заміни або ремонту осцилографа. Обов'язково перевірте служби техпідтримки та сервісний центр виробника осцилографа, щоб переконатися, що подібних проблем не виникне.

### Оцінка виробника

Ви чули про цього виробника осцилографа? Яка в нього репутація? Виробник має бути відомою компанією з хорошою репутацією і сервісними центрами. Виробник зарекомендував себе як професіонал у своїй галузі? Деякі люди роблять помилку, купуючи дешевий осцилограф і не замислюючись, що виробник може виявитися ненадійним, важкодоступним або непрофесійним. Необхідно завжди враховувати якість програмного забезпечення, доступні сервісні послуги та досвід на ринку вимірювальних приладів.

### Які навчальні та довідкові матеріали входять до комплекту осцилографа?

У комплект більшості недорогих осцилографів входить тільки посібник з експлуатації. Крім цього, у багатьох осцилографах немає вбудованої довідки, тож доведеться самостійно шукати відповідь на кожне запитання в посібнику або Інтернеті. Тому звертайте увагу на будь-які навчальні та довідкові матеріали, що входять до комплекту осцилографа. Це може виявитися справжньою проблемою для всіх без винятку покупців недорогих осцилографів, але особливо для людей, які купують осцилографи, наприклад, для навчальних закладів, і розраховують на наявність вбудованих засобів імітації сигналів.

### Чи має виробник місцеві сервісні центри?

Купуючи осцилограф, варто віддавати перевагу виробникам, які мають широкую мережу сервісних центрів, до яких можна за потреби звернутися. Вибравши такого виробника,



Рис. 4. На передній панелі осцилографа повинні бути ручки та кнопки для налаштування всіх основних змінних

можна бути впевненим, що в будь-який момент отримаєте потрібну допомогу.

### Яка вартість сервісного обслуговування?

Деякі виробники можуть перебувати дуже далеко і не мати місцевих сервісних центрів. Відправлення осцилографа в далеко розташований сервісний центр, по-перше, займе багато часу, а по-друге, дорого обійдеться. Сервісні центри інших виробників можуть працювати через третіх осіб, що також затягне час. Вибирайте виробника, відомого своїми якісними й хорошими осцилографами, тоді менше шансів, що він зламається, а також виробника, який випускає програмне забезпечення, що легко оновлюється.

Стандартний гарантійний термін становить 3 роки, але за бажання зазвичай можна замовити розширену гарантію.

### ПОМИЛКА № 5: ВИБІР ПРИЛАДУ ТІЛЬКИ НА ОСНОВІ ЙОГО ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Може здатися, що порівняння заявлених виробниками осцилографів характеристик — це логічний спосіб пошуку відповідної моделі. Але одні цифри характеристик не дадуть повного уявлення про прилад. Потрібно намагатися копати глибше, вміти читати між рядків і ставити запитання.

### Приклад: чи дає заявлена довжина запису повне уявлення про прилад?

Довжина запису осцилографа визначає кількість часу, протягом якого він може захоплювати сигнал з певною частотою дискретизації (рис. 5). Якщо необхідно захоплювати довгий за часом сигнал, при цьому оцифровуючи його з високою частотою дискретизації, можна витратити багато грошей на осцилограф з більшою довжиною запису або купити осцилограф із сегментованою пам'яттю. Сегментована пам'ять збільшує загальний час захоплення сигналу осцилографом, розділяючи доступну пам'ять на невеликі сегменти, як показано на рисунку 5б. Такий режим захоплення сигналу разом із декодуванням протоколів послідовних шин і вибраним варіантом запуску за умовою чудово підходить для ефективного дослідження послідовних інтерфейсів.

Можна подумати, що чим більше, тим краще, але ж не завжди стільки насправді потрібно. Зайве тягне за собою додаткові витрати. Пам'ятайте, що глибока пам'ять може уповільнити та ускладнити роботу з осцилографом. У деяких моделях осцилографів довжина запису автоматично максимальна. Вибір на користь осцилографа із сегментованою пам'яттю — це раціональний варіант ефективного використання пам'яті та збереження високої продуктивності.

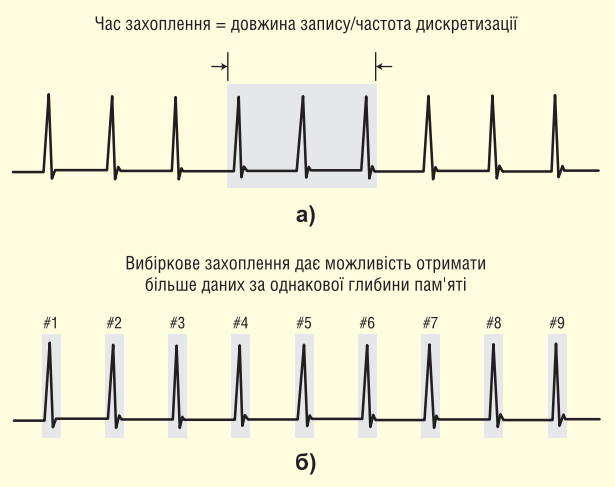


Рис. 5. Захоплення сигналу осцилографом: традиційне захоплення сигналу (а); захоплення сигналу з сегментованою пам'яттю (б)

Серед інших характеристик осцилографа заслуговують на увагу власний рівень шуму, максимальний діапазон досліджуваного сигналу, мінімальне налаштування В/поділ. і можливість швидких перетворень Фур'є.

### ВИСНОВОК

Купуючи осцилограф, не робіть поширених помилок, які роблять інші покупці. Можна знайти недорогий осцилограф високої якості без компромісу з функціональними можливостями, смугою пропускання та зручністю використання. Можна придбати професійний осцилограф у виробника, який надає якісну підтримку та навчання. Просто копніть трохи глибше, ніж просто таблиця характеристик осцилографа, і ви знайдете саме ту модель, яка ідеально підійде.

**Щоб дізнатися більше про професійні осцилографи Keysight InfiniiVision серії 1000X для точних вимірювань та отримати додаткову інформацію щодо продукції компанії Keysight Technologies, звертайтеся до її офіційного дистриб'ютора в Україні — компанії Юнітест:**

**04053, м. Київ, вул. Олесь Гончара, 6,  
тел. +38 (044) 272-60-94,  
e-mail: web@unitest.com,  
https://unitest.com**

CN

**КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ**  
АВТОРИЗОВАНИЙ ДИСТРИБ'ЮТОР В УКРАЇНІ  
продаж • навчання • сервіс

ТОВ «ЮНІТЕСТ»  
вул. Олесь Гончара, 6  
04053, м. Київ, Україна  
тел: +38 (044) 272-60-94  
тел./факс: +38 (044) 272-60-95  
e-mail: web@unitest.com  
http://www.unitest.com

Авторизований дистриб'ютор