

NVN Source Locator — Руководство пользователя

NVN Source Locator — Руководство пользователя

NVN Source Locator — это измерительный инструмент для локализации источников шума и вибрации с использованием TDOA (Time Difference of Arrival) из сигналов акселерометров, захваченных на осциллографе или измерительной системе.

Это руководство охватывает все функции. Для краткого напоминания см. `quick-reference.md`.

Примечание о скриншотах: Этот документ использует скриншоты-заполнители из приложения. Замените каждый `../screenshots/*.png` реальными скриншотами устройства по мере их получения.

Содержание

- [Как это работает](#)
- [Перед началом работы](#)
- [Основные вкладки](#)
- [Режим 2-Sensor](#)
- [Режим 3-Sensor](#)
- [Режимы Pro+ \(3-Sen+, 4-Sensor, 4-Sen+, 3D, 3D+\)](#)
- [Вкладка Materials](#)
- [Температурная компенсация](#)
- [Аннотирование фото](#)
- [Отчёты](#)
- [Резервное копирование и восстановление](#)
- [Настройки](#)
- [Функции Pro](#)
- [Вкладка Help и учебные материалы](#)
- [Устранение неполадок](#)

Как это работает

Когда источник шума испускает звук или вибрацию, волна распространяется через материал с известной скоростью. Если вы разместите два или более акселерометра на материале и измерите, когда волна доходит до каждого из них, разница во времени укажет, где находится источник.

NVH Source Locator принимает:

- Калибровку: расстояние между датчиками и время, за которое волна проходит это расстояние (используется для вычисления скорости звука материала)
- Событие: разница во времени между датчиками, обнаруживающими событие шума/вибрации

Затем он вычисляет, где в структуре находится источник.

Чем больше датчиков вы используете, тем точнее можно определить источник:

- 2 датчика → расстояние вдоль линии
- 3 датчика → положение на 2D-поверхности (X, Y)
- 4 датчика → положение в 3D-пространстве (X, Y, Z)

Перед началом работы

Вам понадобится:

- Осциллограф или измерительная система, которые могут показать разницу во времени между каналами акселерометра в микросекундах (мкс)
- Не менее 2 акселерометров, физически прикреплённых к структуре (больше датчиков = выше точность)
- Способ измерения расстояния между датчиками (рулетка, штангенциркуль)
- Способ запуска волны в известном месте для калибровки (калиброванный удар молотка, удар отвёрткой или другой известный сигнал)

[Screenshot: Главный экран с вкладкой 2-Sensor — see HTML version]

Основные вкладки

В приложении есть вкладки сверху:

[Screenshot: Панель вкладок — see HTML version]

Вкладка	Что делает	Когда использовать
2-Sensor	1D-локализация источника вдоль линии	Ближние плоские структуры.
3-Sensor	2D-локализация источника с использованием датчиков	Панели, плоские поверхности, панели
3-Sen+	3-Sensor с переопределённым решением	Близкие плоские поверхности, устойчивые к
4-Sensor	2D-локализация с использованием двух датчиков	Для плоских поверхностей, перекрестных
4-Sen+	Расширенный 2D-режим, 4 датчика в геометрии	Небольшое количество геометрии, полный LSQ
3D	3D-локализация источника с использованием датчиков	Сложные структуры в 3D-пространстве
3D+	3D с до 6 датчиков, переопределённое решение	Сложные геометрии, максимальная точность

Materials	Библиотека скорости звука + пользовательские материалы	Выбор датчика	Выбор скорости звука	Выбор метода измерения
Help	Учебные материалы в приложении и справка	Кнопка	Кнопка	Кнопка

Бесплатное vs Pro: Вкладка 2-Sensor полностью бесплатна. Другие вкладки доступны, но имеют определённые поля ввода, заблокированные для пользователей Pro (отмечены значком золотого замка). Касание заблокированного поля показывает paywall Pro.

Настройки доступны через значок шестерёнки ⚙ в правом верхнем углу (не вкладка).

Режим 2-Sensor

Простейшее измерение: локализация источника вдоль линии между двумя акселерометрами.

[Screenshot: Вкладка 2-Sensor — see HTML version]

Шаг 1: Применение материала

Коснитесь вкладки Materials. Выберите материал, из которого сделана ваша структура (например, «Алюминий», «Сталь, Mild (1020)»). Приложение использует известную скорость звука материала для автоматического заполнения поля времени калибровки.

Если материал вашей структуры отсутствует в списке, можно временно выбрать «Воздух» и вручную переопределить время калибровки в шаге 2.

Шаг 2: Ввод данных калибровки

На вкладке 2-Sensor вы увидите два раздела пар: Пара A-B и Пара A-C (требуется только A-B, если у вас только 2 датчика).

Для каждой пары вы заполняете:

- Расстояние между датчиками (d): физическое расстояние между датчиками, в см или дюймах (устанавливается в Настройках)
- Задержка времени калибровки (t_{Cal}): время, за которое волна проходит между датчиками со скоростью звука материала — автоматически заполняется при выборе материала, но можно переопределить

Шаг 3: Ввод времени события

- Задержка времени события (t_{Event}): разница во времени между датчиками, обнаруживающими событие шума, в микросекундах
- Первый датчик: какой датчик услышал событие первым (A или B)

Шаг 4: Считывание результата

Приложение показывает положение источника как расстояние от датчика A:

- Результат = 0: источник у датчика A
- Результат = расстояние: источник у датчика B
- Результат между: источник между ними
- Результат снаружи: источник за пределами одного из датчиков (toast предупредит)

Карточка результата показывает оба расстояния (от А, от В) и указывает, какой датчик ближе.

Шаг 5 (опционально): Аннотирование фото

Коснитесь Аннотировать фото, чтобы сделать фото вашей установки. Приложение накладывает маркеры для датчиков А, В и источника. Полезно для отчётов.

Режим 3-Sensor

Локализует источник на 2D-плоскости с использованием трёх датчиков, расположенных в треугольнике.

[Screenshot: Вкладка 3-Sensor — see HTML version]

Настройка

Разместите три датчика на вашей структуре, образующих треугольник. Равносторонний, прямоугольный или разносторонний — приложение справляется со всеми геометриями.

Ввод данных

В разделе Длины сторон треугольника введите физические расстояния для всех трёх сторон (А-В, А-С, В-С).

Для каждой пары (А-В и А-С) введите:

- tCal: время калибровки (автозаполнение из материала)
- tEvent: измеренная разница во времени для события шума
- Первый датчик: какой услышал первым

Считывание результата

Приложение показывает положение источника как координаты X, Y относительно датчика А (датчик А в начале, датчик В на оси X). Визуализация показывает все три датчика и местоположение источника.

[Screenshot: Результат треугольника — see HTML version]

Режимы Pro+

Несколько продвинутых вкладок предлагают переопределённые решатели и более высокую размерность:

3-Sen+ (Pro)

Та же треугольная установка, что и 3-Sensor, но калибруйте И измеряйте все три пары (А-В, А-С, В-С). Решатель использует все 3 TDOA в подгонке методом наименьших квадратов — более устойчиво к шуму измерения и анизотропным материалам. Остатки для каждой пары отображаются, чтобы можно было заметить несогласованные измерения.

4-Sensor

Разместите четыре датчика вокруг области:

- A-B = горизонтальная пара (левая/правая стороны)
- C-D = вертикальная пара (верхняя/нижняя стороны)

Запустите сначала пару A-B (горизонтальную), затем пару C-D (вертикальную). 2D-карта показывает пересечение. Каждая пара калибруется отдельно — полезно, когда материал варьируется по структуре.

4-Sen+ (Расширенный 2D)

Четыре датчика в любых положениях (не принудительно прямоугольных). Спарьте A с каждым из B, C, D и калибруйте отдельно. Переопределённый решатель методом наименьших квадратов усредняет шум измерения для каждой пары и сообщает остатки для каждой пары.

3D

Полное 3D-измерение с 4 датчиками, размещёнными в 3D-пространстве. Введите координаты (X, Y, Z) каждого датчика, плюс время калибровки и события для каждой пары (A-B, A-C, A-D).

3D+ (Pro)

Как 3D, но поддерживает до 6 датчиков (от A до F) с переопределённым LSQ. Максимальная точность для сложных 3D-геометрий.

Вкладка Materials

Библиотека распространённых инженерных материалов с известной скоростью звука при 20 °C.

[Screenshot: Вкладка Materials — see HTML version]

Список материалов

Список включает воздух, жидкости, резины, полимеры, дерево, стекло и металлы. Скорости варьируются от ~340 м/с (воздух) до ~13 000 м/с (некоторые металлы при комнатной температуре).

Встроенные материалы с температурной компенсацией

14 часто используемых металлов включают данные о температурном коэффициенте. Когда Опорная температура в Настройках отличается от 20 °C, приложение автоматически корректирует скорости этих материалов:

- Алюминий
- Сталь, Mild (1020)
- Нержавеющая сталь (304)
- Чугун (литой)
- Железо

- Медь
- Латунь
- Бронза
- Титан
- Магний
- Свинец
- Цинк
- Никель
- Вольфрам

Материалы с компенсацией показывают два значения в селекторе: компенсированную скорость (большую, выделенную) и опорную скорость при 20 °C (маленькую, серую под ней).

Материалы без компенсации показывают «ref only» курсивом — их указанная скорость используется как есть, независимо от температуры.

Пользовательские материалы

Если вы измерите калибровку на вкладке 2-Sensor, можно сохранить результат как пользовательский материал. После успешного 2-sensor измерения найдите опцию сохранения полученной скорости под выбранным именем.

Пользовательские материалы хранят измеренную in-situ скорость; они никогда не применяют температурную компенсацию (скорость уже была измерена при тестовой температуре).

Избранное

Коснитесь звёздочки рядом с любым материалом, чтобы пометить его как избранный. Избранные появляются сверху списка для быстрого доступа.

Поиск

Используйте строку поиска сверху для фильтрации материалов по имени. Поиск соответствует как английским каноническим именам, так и переведённым отображаемым именам.

Температурная компенсация

Скорость звука в материалах меняется с температурой. В автомобильных NVH-тестах это имеет значение: моторный отсек при 80 °C, охлаждённая кабина при -10 °C или область выпускного коллектора при 200 °C все ведут себя иначе, чем в лабораторных условиях при комнатной температуре.

Установка температуры

Откройте Настройки (значок ⚙) → Опорная температура. Введите температуру вашей тестовой среды в °C (диапазон от -40 до +200).

[Screenshot: Панель Настройки — see HTML version]

Что происходит, когда температура $\neq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

- Поля времени калибровки автоматически заполняются скорректированной по температуре скоростью
- Селектор Materials прямо отображает скорректированную скорость
- Toast подтверждает: «Алюминий применён (6 284 м/с @ 60 °C) — N пара(ы) обновлено»
- Подсказка «Ближайший материал» сравнивает со скоростями, скорректированными по температуре
- Сохранённые записи истории фиксируют активную температуру
- Отчёты включают строку нижнего колонтитула: «Опорная температура: 60 °C, применена компенсация»

Сброс при запуске приложения

Опорная температура всегда сбрасывается до 20 °C при запуске приложения. Это предотвращает тихое влияние устаревших настроек из предыдущей сессии измерений на сегодняшнюю работу. Маленькая курсивная заметка в Настройках напоминает об этом поведении.

Если вы хотите воспроизвести историческое измерение при его исходной температуре, просто коснитесь записи — температура восстановится автоматически.

Материалы без компенсации

Большинство неметаллических материалов не имеют надёжных опубликованных температурных коэффициентов. Приложение показывает значок «gef only» для них — их указанная скорость используется независимо от настройки температуры. Если вам нужны точные измерения при не-комнатных температурах для этих материалов, выполните in-situ калибровку и сохраните результат как пользовательский материал.

Аннотирование фото

После успешного вычисления коснитесь кнопки Аннотировать фото, чтобы наложить маркеры датчиков и источника на фото вашей установки.

[Screenshot: Аннотация фото — see HTML version]

Процесс

- Коснитесь Аннотировать фото — открывается системная камера
- Сделайте фото размещения ваших датчиков
- Приложение загружает фото в наложение аннотаций
- Маркеры датчиков (A, B, C, D, E, F по необходимости — до 6 датчиков) и маркер источника автоматически размещаются на основе ваших вычислений
- Перетащите любой маркер для тонкой настройки положения. При настройке положение источника пересчитывается из исправленных положений датчиков
- Коснитесь Сохранить для сохранения или Переснять для повторной попытки

Аннотированное фото автоматически включается в PDF-отчёты.

Отчёты

Коснитесь кнопки Распечатать результат на любом экране результатов для генерации форматированного отчёта.

[Screenshot: PDF-отчёт — see HTML version]

Содержимое отчёта

- Заголовок (настраиваемый в Настройки → Заголовок отчёта)
- Название измерения и временная метка
- Все входные значения в аккуратной таблице
- Результат вычисления
- Текст заключения
- Визуализация (геометрический график)
- Аннотированное фото (если сделали)
- Строка нижнего колонтитула температуры (если компенсация была активна)
- Номер страницы и строка кредитов

Формат вывода

- Android: нативная генерация PDF, сохранение на телефон или поделиться
- iOS: системное диалоговое окно печати → сохранить как PDF, AirPrint или поделиться

Настройка заголовка

Настройки → Заголовок отчёта. Введите название вашей компании, лаборатории, информацию о проекте или что угодно, что хотите видеть вверху каждого отчёта.

Резервное копирование и восстановление

Сохраните все ваши пользовательские материалы, избранное, настройки и историю в один файл. Перенос между устройствами.

Резервное копирование

Настройки → Резервное копирование → коснитесь «Сохранить файл резервной копии». Приложение генерирует JSON-файл и открывает лист общего доступа вашего телефона. Сохраните его на ваш облачный диск (Google Drive, iCloud, OneDrive), отправьте себе по электронной почте или передайте любым удобным способом.

Восстановление

Настройки → Восстановление → выберите файл резервной копии из хранилища вашего телефона. Приложение импортирует пользовательские материалы, избранное,

историю и настройки.

⚠ Восстановление заменяет ваши текущие данные. Если у вас есть важные измерения на текущем устройстве, сначала сделайте их резервную копию перед восстановлением из другой резервной копии.

Настройки

Доступ через значок шестерёнки ⚙ в правом верхнем углу. Настройки — это модальное окно, не вкладка.

[Screenshot: Настройки — see HTML version]

Настройка	Что контролирует
Обновить до Pro	Купить или узнать о функциях Pro (\$19,99)
Язык	Язык отображения приложения (30 поддерживается)
Тема	Светлая, Тёмная или Авто (следовать системе)
Единица расстояния	см или дюймы
Опорная температура	Активная температура для компенсации, от -40 до +200 °C
Заголовок отчёта	Пользовательский текст сверху сгенерированных отчётов
Резервное копирование	Экспортировать все данные в файл
Восстановление	Импортировать данные из файла резервной копии
Восстановить покупку	Повторно получить Pro на новом устройстве

Функции Pro

NVH Source Locator использует freemium-модель с блокировкой функций:

- Бесплатно: Вкладка 2-Sensor полностью функциональна без ограничений
- Pro: Все остальные вкладки имеют определённые поля ввода заблокированными. Paywall появляется, когда бесплатный пользователь касается заблокированного поля

Что заблокировано

Поля, требующие Pro, разбросаны по:

- 3-Sensor, 3-Sen+, 4-Sensor, 4-Sen+
- Режимам 3D и 3D+
- Резервному копированию и Восстановлению
- PDF-отчётам
- Пользовательским материалам
- Аннотированию фото

Бесплатный пользователь может ОТКРЫТЬ любую вкладку и УВИДЕТЬ интерфейс. Он просто не может вводить значения в заблокированные Pro поля ввода.

[Screenshot: Заблокированное Pro-поле — see HTML version]

Paywall

[Screenshot: Paywall — see HTML version]

Когда бесплатный пользователь касается заблокированного поля, paywall въезжает, показывая:

- Значок приложения с PRO-значком
- Список функций
- Кнопку разблокировки с ценой (\$19,99 по умолчанию; может варьироваться по регионам)
- Активацию промо-кода (только Android — iOS использует отдельный процесс Offer Code от Apple)
- Опциональную промо-ссылку на каналы сообщества

Покупка Pro

Коснитесь любого заблокированного поля или коснитесь Обновить до Pro в Настройках. Использует официальную платёжную систему вашей платформы (Google Play на Android, Apple App Store на iOS).

Восстановление Pro на новом устройстве

Если вы купили на одном устройстве и хотите Pro на другом (тот же аккаунт):

- Войдите в тот же аккаунт Google (Android) или Apple ID (iOS), который использовали для покупки
- Откройте NVH Source Locator на новом устройстве
- Перейдите в Настройки → Восстановить покупку
- Приложение проверяет записи покупок платформы и разблокирует Pro

Авто-восстановление при запуске

Если вы активируете промо-код в Google Play Store или App Store, пока NVH Source Locator работает в фоновом режиме, возврат в приложение автоматически обнаружит новую покупку и разблокирует Pro — ручное Восстановление не требуется.

Активация промо-кода

Android: кнопка «Есть промо-код Google Play?» в paywall открывает процесс активации Google Play с предварительно заполненным кодом.

iOS: Политика App Store 3.1.1 требует активации через официальный процесс Apple «Активировать код». Кнопка Google Play скрыта в iOS. Вместо этого ищите «Активировать код App Store» в Настройках.

Вкладка Help и учебные материалы

Вкладка Help включает учебные материалы в приложении, руководства по лучшим практикам и справочную информацию.

Охватываемые темы:

- Какое оборудование вам нужно
- Как размещать датчики для наилучшей точности
- Советы по калибровке
- Распространённые измерительные сценарии
- Советы по триангуляции и 3D-размещению
- Маршрутизация кабелей и качество сигнала

Устранение неполадок

Результат вычисления неверный или не имеет смысла

- Проверьте калибровку. Автозаполненное `tCal` предполагает опубликованную скорость материала — реальные материалы варьируются. Наиболее точная калибровка — in-situ: коснитесь известного места и позвольте приложению вывести фактическую скорость.
- Проверьте настройку Первый датчик — какой датчик услышал событие первым, имеет значение для математики.
- Проверьте свои измерения расстояния. Ошибки в несколько мм распространяются.

Toast говорит «Результат вне диапазона»

Математика говорит, что источник не находится между вашими датчиками. Возможные причины:

- Источник действительно находится за линией/плоскостью датчиков
- Один из ваших входов неверен
- Скорость калибровки слишком далека от реальности

Подсказка вычисляемой скорости показывает предупреждающий цвет

Подразумеваемая скорость звука из ваших входов далека от любого распространённого материала (менее 50 м/с или более 20 000 м/с). Проверьте свои входы — вероятно, опечатка в `tCal` или расстоянии.

Селектор Materials показывает другие скорости, чем ожидалось

Проверьте Опорную температуру в Настройках. Если не 20 °C, отображаемые скорости отражают температурную компенсацию. Приложение показывает «ref X @ 20°C» под компенсированными скоростями, чтобы вы могли проверить.

Запись истории воспроизводится с другим результатом

Старые записи истории, созданные до версии приложения 1.75, могут не сохранить температуру. Если вы делали измерение при температуре, отличной от 20 °C,

воспроизведение будет использовать текущую настройку. Вручную установите температуру в Настройках перед воспроизведением, ИЛИ перемерьте.

Маркеры аннотации фото не там, где я ожидаю

Маркеры автоматически размещаются на основе входной геометрии. Перетащите их для регулировки. Регулировка маркеров обновляет положение источника в наложении фото — но НЕ изменяет основной результат вычисления.

Сбой Резервного копирования/Восстановления

Убедитесь, что используете файл резервной копии, сгенерированный той же или более новой версией приложения. Старые файлы резервных копий могут не иметь текущих полей данных.

Восстановить покупку говорит «покупка не найдена»

- Проверьте, что вы вошли в тот же магазин-аккаунт, который использовали для покупки
- Проверьте, что покупка не была возвращена или не истекла
- Попробуйте удалить и переустановить приложение (покупка привязана к вашему магазину-аккаунту, а не к установке приложения)
- Свяжитесь с support@evdiag.net, если проблема не устраняется

Числовой ввод неожиданно сбрасывается на 0

По дизайну: когда вы покидаете числовое поле (касаетесь в другом месте), если оно пустое, отрицательное или содержит нечисловой текст, оно сбрасывается на 0. Предотвращает тихо сломанные вычисления из случайно очищенных входов. Ввод температуры исключён (вместо этого он ограничивается -40/+200).

Нужна дополнительная помощь

Свяжитесь с support@evdiag.net, указав:

- Модель устройства и версию ОС
- Версию приложения (Настройки → внизу страницы)
- Описание того, что вы пытались сделать
- Скриншоты, если возможно

NVH Source Locator разработан EVDiag. Посетите <https://evdiag.net> для обновлений и ресурсов.