

MTMAX24 – ПОРТАТИВНЫЙ МИЛЛИТЕСЛАМЕТР
С РАЗРЕШЕНИЕМ 24-БИТА НА ОСНОВЕ *MAX32620*
И *ADS1220* С ДАТЧИКОМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И
СРЕДСТВАМИ ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ НА
КОМПЬЮТЕР



Оглавление

Оглавление	2
Введение	3
Основные технические характеристики	3
Конструкция и органы управления	4
Порядок работы	6
Элементы Холла для тесламетра	7
Дополнительные режимы работы.....	9
Основной экран тесламетра.....	9
Основные режимы нажатия кнопки	9
Коэффициент пересчета от кода к миллитесла	10
Дополнительные сведения 1	11
Дополнительные сведения 2	12

Введение

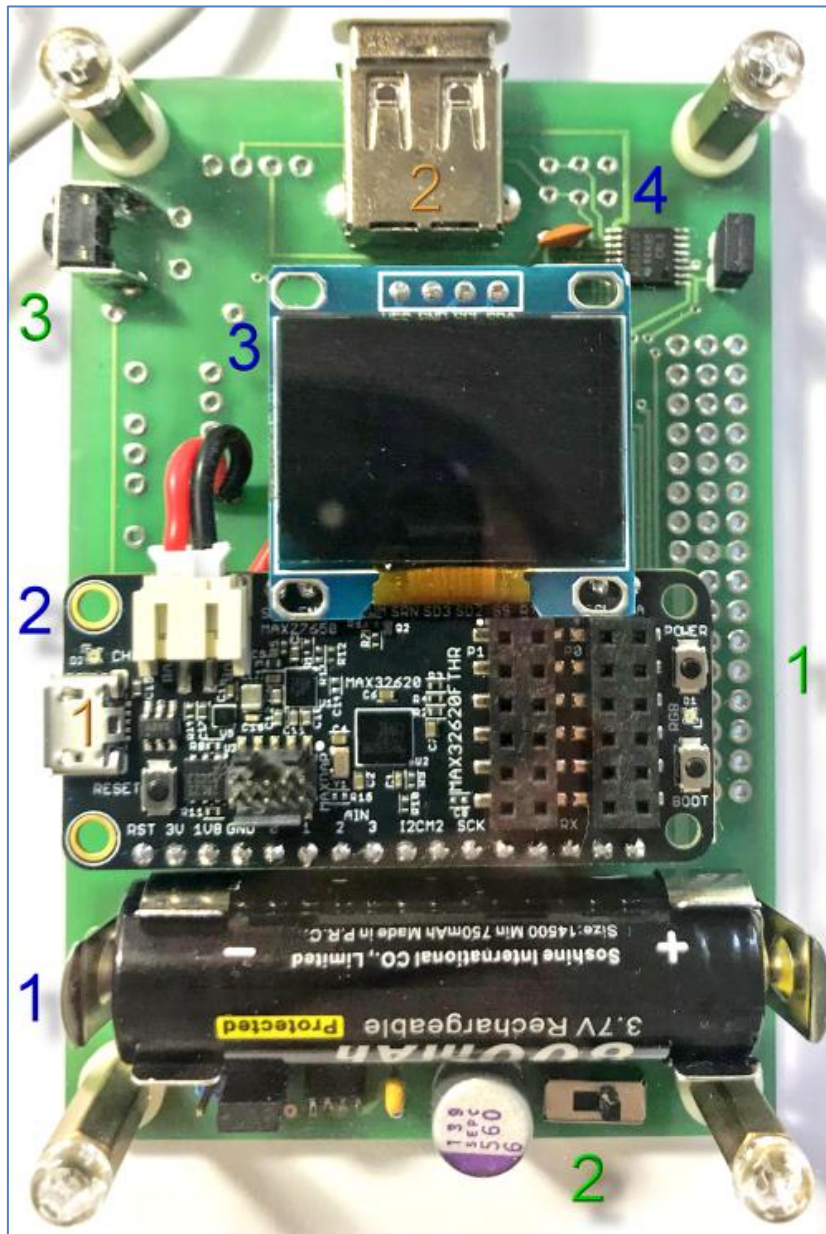
Портативный миллитесламетр (далее просто **тесламетр**) разработан для инженерно-технического персонала и предназначен для простого и удобного измерения **постоянных магнитных полей** на поверхности магнитов и в зазорах магнитных систем. Тесламетр является миниатюрным прибором со снимаемым зондом и может быть использован на рабочем месте в процессе контроля качества магнитов и магнитных систем. Тесламетр имеет широкий измерительный диапазон и высокую точность, оборудован ярким OLED дисплеем и питается от одного перезаряжаемого литий-ионного аккумулятора типоразмера AA. В целях обеспечения точности и стабильности измерений проводится автокалибровка прибора, используются разнообразные математические методы статистической обработки. Для обеспечения длительной работы применены режимы энергосбережения микроконтроллера и всей электронной схемы.

В конструктивном исполнении тесламетр представляет собой одноплатное микроконтроллерное устройство с двумя защитными накладками из оргстекла. Устройство обладает высокой ремонтпригодностью за счет сменного микроконтроллерного блока и дисплея.

Основные технические характеристики

❖ <i>Диапазон измерений:</i>	-2000 мТ – +2000 мТ
❖ <i>Разрешающая способность:</i>	0.1 мТ
❖ <i>Дисплей:</i>	OLED 0.96"графический 128 x 64
❖ <i>Частота обновления показаний:</i>	2.5 раза в секунду
❖ <i>Рабочая температура:</i>	+5 ~ +40°C
❖ <i>Источник питания:</i>	один элемент AA напряжением 3.7 В
❖ <i>Общие размеры:</i>	92 мм x 62 мм x 28 мм
❖ <i>Вес:</i>	90 г
❖ <i>Толщина зонда:</i>	~1 мм

Конструкция и органы управления

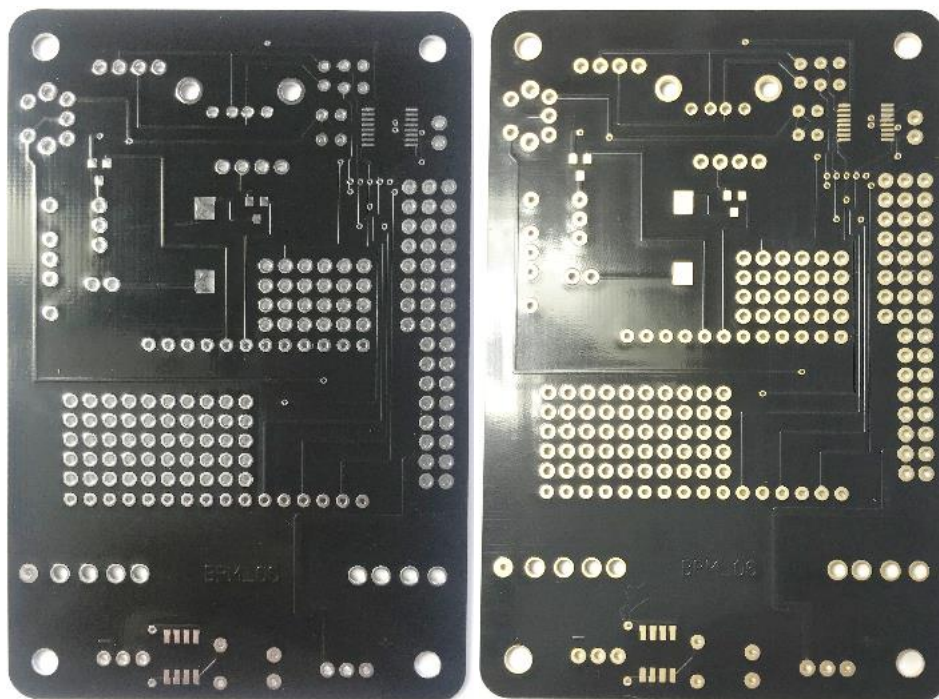


1. Li-Ion 3.7 V 800 mAh AA (or 350 mAh AAA)
2. MAX32620FTHR
3. 0.96 inch **Yellow Blue** OLED Display Module 128X64
4. ADS1220

1. Micro USB for PC
2. USB-type Connector for Hall Probe

1. POWER Button
2. ON-OFF Switch
3. Tact Button

В версии 2019 года были применены новые печатные платы для упрощения процесса сборки и эксплуатации, с сохранением всех органов управления и функционала.



Порядок работы

Открутив 4 пластиковых винта, снять верхнюю пластиковую накладку и установить литий-ионный аккумулятор типоразмера AA с напряжением **3.7 – 4.2 В**. Строго соблюдать полярность подключения: слева **минус (-)**, справа **плюс (+)**. Прикрутить пластиковую накладку, стараясь не повредить пластиковые винты.

Вставить разъем кабеля с элементом Холла в гнездо **2** (USB-type Connector for Hall Probe).

Перевести тумблер **2** (ON-OFF Switch) в **левое** положение.

Нажатием кнопки **1** (POWER) включить тесламетр. *При этом измерительный зонд должен находиться вдали от источников магнитного поля.* Прибор проведет установку нуля, проверит напряжение элемента AA и выходное напряжение внутреннего стабилизатора. Загорится **зеленый** светодиод и появится заставка на экране. Появление нулевого показателя на дисплее сигнализирует о готовности прибора к процессу измерений.

Поднесите измерительный щуп к источнику магнитного поля (будь то поверхность магнита или зазор магнитной системы). Цифры на индикаторе высветят величину магнитного поля в миллитесла.

Если магнитные измерения не проводились больше 4 минут, прибор переходит в режим энергосбережения (гасится вся индикация), опрашивая измерительный зонд каждые 3 секунды (при этом мигает **зеленый** светодиод). При появлении магнитного поля прибор переходит в нормальный режим работы.

При падении напряжения аккумулятора ниже **3.6 В** необходимо подключить гнездо **1** (Micro USB for PC) кабелем к порту USB. При этом будет производиться зарядка аккумулятора током **160 мА**.

В общем случае, никаких других операций для работы с прибором не требуется. Если предполагается большой перерыв в работе прибора, можно полностью его выключить, переведя тумблер **2** (ON-OFF Switch) в **правое** положение. Однако следует учесть, что при этом аккумулятор не будет заряжаться.

Элементы Холла для тесламетра

Элемент Холла является важнейшей частью измерительной магнитной системы.

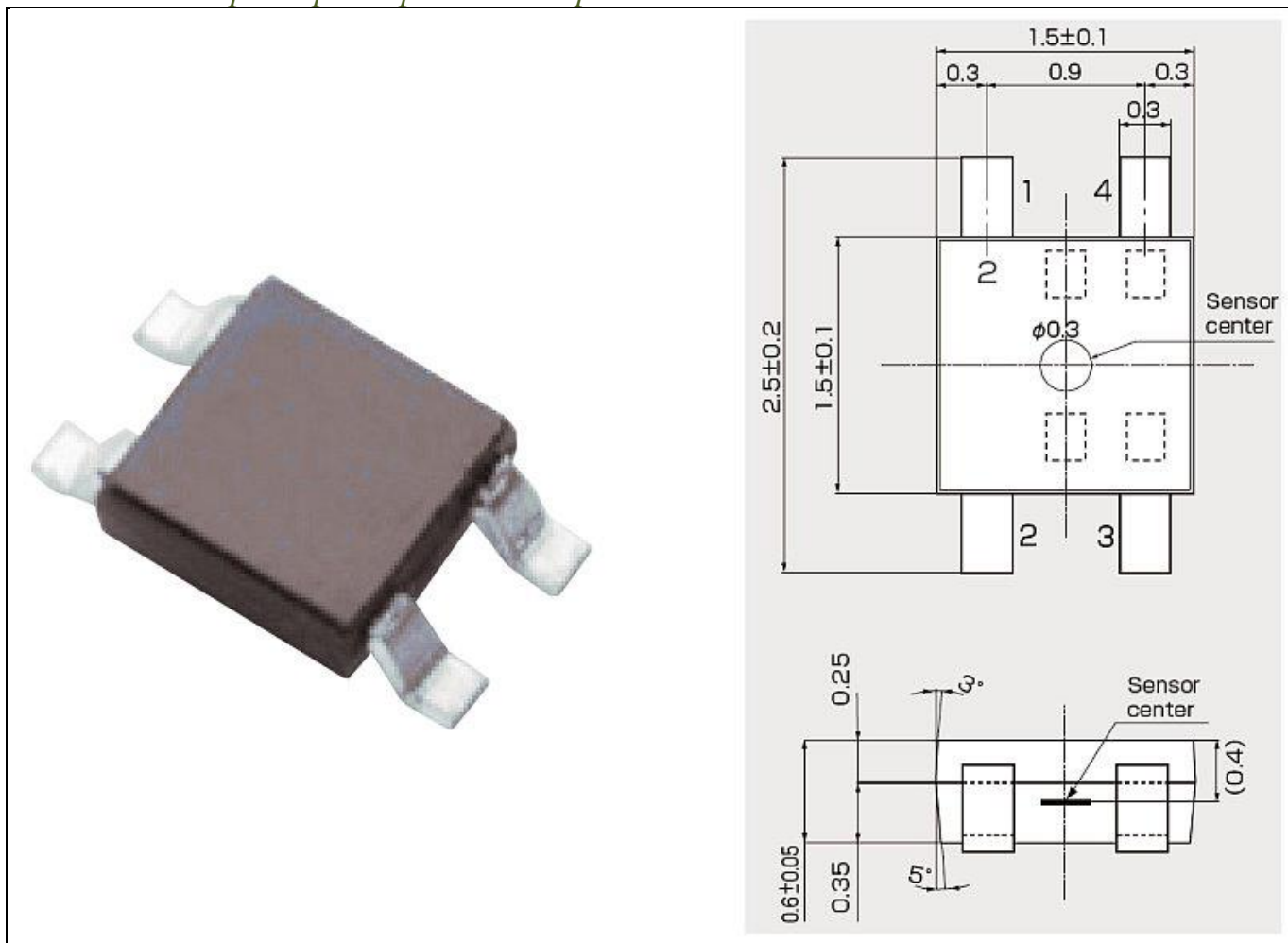
В настоящее время лучшими доступными линейными элементами Холла являются компоненты на основе арсенида галлия (GaAs), произведенные в Японии.

Вот их особенности:

Отличные характеристики температурной стабильности.

Линейная зависимость напряжения Холла от величины магнитного поля.

Миниатюрные размеры для поверхностного монтажа.



Основные характеристики данного вида элементов Холла приведены ниже:

Величина	Условия	Символ	Мин.	Макс.	Единица
Выходное напряжение Холла	$B=0.1T$ $V_c=6V$	V_H	150	190	mV
Входное сопротивление		R_{in}	450	750	Ω
Выходное сопротивление		R_{out}	1000	2000	Ω
Напряжение смещения		V	-16	+16	mV
Температурный коэфф. V_H		αV_H		-0,06	%/°C
Температурный коэфф. R_{in}		αR_{in}		0,3	%/°C
Линейность выходного напряжения Холла	$B=0.1/0.5T$ $I_c=5mA$	ΔK		2	%

Возможные виды зондов с элементами Холла приведены ниже:



Дополнительные режимы работы

ОСНОВНОЙ ЭКРАН ТЕСЛАМЕТРА



Для большинства измерений магнитного поля основного режима работы тесламетра будет достаточно. Однако если требуется дополнительная функциональность, можно воспользоваться единственным устройством ввода – боковой кнопкой **3** (Tact Button).

ОСНОВНЫЕ РЕЖИМЫ НАЖАТИЯ КНОПКИ

Короткое нажатие (меньше 1 сек) – переход в режим определения **максимальной величины** магнитного поля. На экране появится надпись "MAX". Повторное короткое нажатие переводит тесламетр в нормальный режим работы.

Среднее нажатие (больше 1, но меньше 2,5 сек) – циклический переход на **следующий экран**. На дисплее в статусной верхней строке сменится номер экрана. Всего экранов 4.

Экран №1 – **основной** режим работы, измерения в **миллitesла**.

Экран №2 – **основной** режим работы, измерения в **гауссах**.

Экран №3 – **сверхчувствительный** режим работы, измерения с разрешением 10 микротесла.

Экран №4 – **служебный** режим работы, основные настроечные параметры тесламетра.

Длинное нажатие (больше 3, но меньше 4 сек) – ручной перевод тесламетра в режим **«сна»**.

Очень длинное нажатие (больше 4 сек) – **отключение** микроконтроллера.

Если при включении тесламетра держать нажатой боковую кнопку **3**, то прибор переходит в режим **постоянного вывода информации на компьютер**. Об этом сигнализирует светящийся **голубой** светодиод. Информация выдается в кодах АЦП со скоростью 1000 образцов в секунду. Для окончания данного режима необходимо перевести тумблер **2** (ON-OFF Switch) в **правое** положение и обратно.

$$(U_{\text{ref}} / (2^{23} - 1)) * K_{\text{hall}}$$

Для данного тесламетра $U_{\text{ref}} = 2.048$, $K_{\text{hall}} = 3570$

Пример: при измерении в зазоре калибратора с образцовым магнитным полем 973 мТ тесламетр выдает на компьютер код 1115127, тогда

$$1115127 * (2.048 / (2^{23} - 1)) * 3570 = 971,92 \text{ мТ}$$

(датчик немного не перпендикулярен).

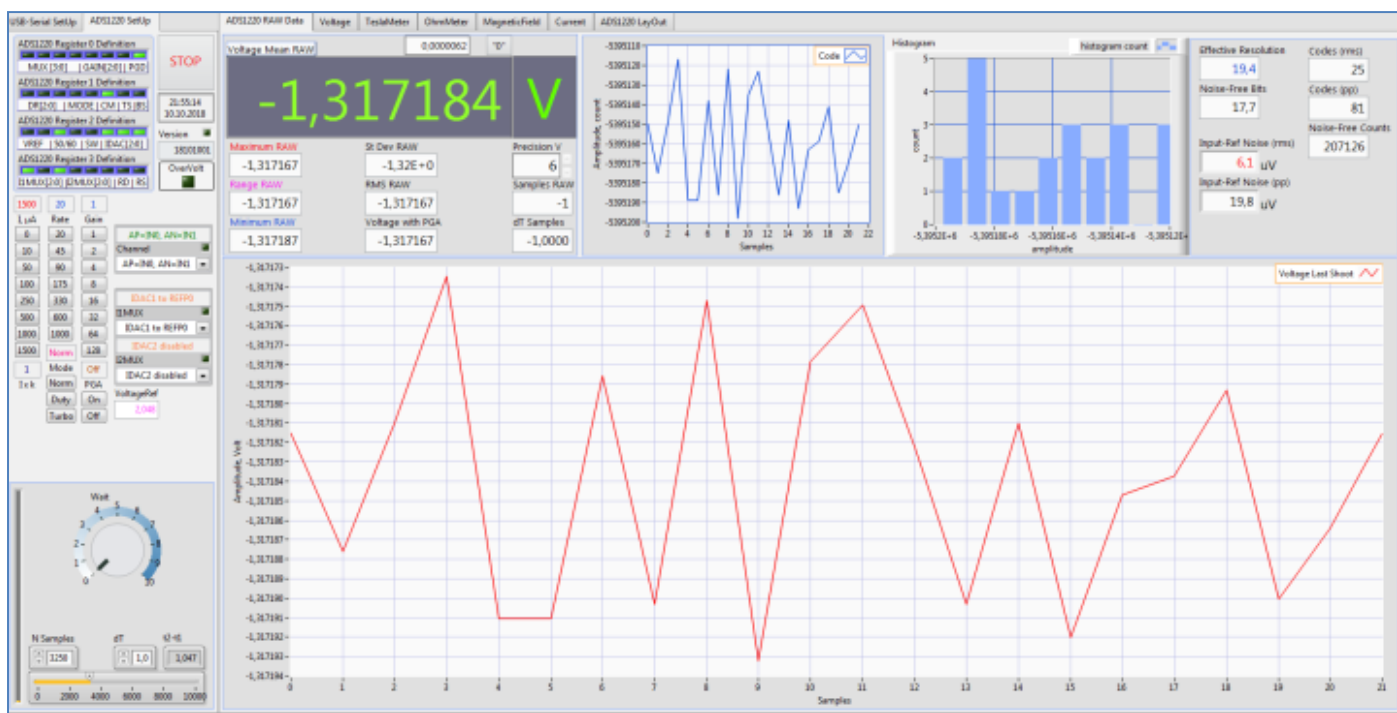
Дополнительные сведения 1

Представленный **тесламетр** обладает широкими возможностями, которые можно реализовать на этапе программирования аналого-цифрового преобразователя. Так, ток элемента Холла можно менять от **10 мкА до 3 мА**, коэффициент усиления встроенного усилителя от **1 до 128**, тем самым переходя в режим измерения как слабых магнитных полей (уровня магнитного поля Земли, 0,05 мТ), так и сильных магнитных полей (уровня 10 Т). Линейность данного варианта тесламетра была проверена до уровня **1,5 Т**.

Также возможна реализация как постоянного режима измерений, так и режима измерений по запросу, скорость опроса может меняться от 20 до 2000 образцов в секунду.

В конструкции **тесламетра** применены лучшие электронные компоненты, имеющиеся на текущий момент. Это изделия фирм **Infineon Technologies, Panasonic, Maxim Integrated, Texas Instruments**.

Наилучшие результаты измерений параметров магнитного поля можно получить, используя компьютер и программный комплекс **LabVIEW** для анализа и визуализации данных. При этом возможны измерения как **постоянных**, так и **переменных** магнитных полей промышленного диапазона частот (порядка 500 Гц).



Дополнительные сведения 2

По просьбе некоторых заказчиков был реализован режим использования элементов Холла с большим током возбуждения, **от 30 до 100 мА**. В этом случае элемент Холла подключается к дополнительному разъему слева от основного. Однако следует учесть, что при таком способе подключения элемент Холла подключен к источнику тока напрямую, минуя микроконтроллер. Поэтому, в этом случае по окончании режима измерений **необходимо отключить тесламетр и вытащить элемент Холла** из разъема. Заряд аккумулятора необходимо осуществлять в режиме **«сна»** с подключенным элементом Холла.