
Производственный цифровой тесламетр.

Основные особенности.

Производственный цифровой тесламетр (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 портативным прибором со снимаемым зондом и может быть использован на рабочем месте в процессе контроля качества магнитов и магнитных систем. Тесламетр имеет широкий измерительный диапазон, оборудован сверхярким OLED дисплеем и питается от одного элемента АА. 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.

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 АА напряжением 1.2 – 1.7 В.
❖ <i>Общие размеры:</i>	92 мм x 62 мм x 27 мм.
❖ <i>Вес:</i>	105 г.
❖ <i>Толщина зонда:</i>	~1 мм.

Порядок работы.

Открутив 4 пластиковых винта, снять верхнюю пластиковую накладку и установить новый элемент питания типоразмера АА с напряжением **1.2 – 1.7 В**. *При этом измерительный зонд должен находиться вдали от источников магнитного поля.* Возможна установка любых типов аккумуляторов NiCd, NiMh с напряжением 1.2 В. Прикрутить пластиковую накладку, стараясь не повредить пластиковые винты.

Прибор включится автоматически, проведет установку нуля, проверит напряжение элемента АА и выходное напряжение внутреннего стабилизатора. Появление нулевого показателя на индикаторе 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 появлении магнитного поля прибор переходит в нормальный режим работы.

В общем случае, никаких других операций для работы с прибором не требуется.

Элементы Холла для производственного тесламетра.

В настоящее время для изготовления щупов (зондов) производственных (т. е. часто используемых на производстве, недорогих) **тесламетров** используются высокостабильные GaAs (арсенид галлия) элементы Холла производства Японии.

Вот их основные особенности:

- ❖ *Отличные характеристики температурной стабильности.*
- ❖ *Линейная зависимость напряжения Холла от величины магнитного поля.*
- ❖ *Сверхминиатюрные размеры для поверхностного монтажа.*

Абсолютный максимум величин для таких элементов Холла приведен в табл. 1.

Величина	Символ	Предел	Единица
Макс. входное напряжение	V_{in}	8	В
Макс. мощность рассеивания	P_D	150	мВт
Температурный диапазон эксплуатации	T_{opr}	-40 ~ +125	°C
Температурный диапазон хранения	T_{stg}	-40 ~ +150	°C

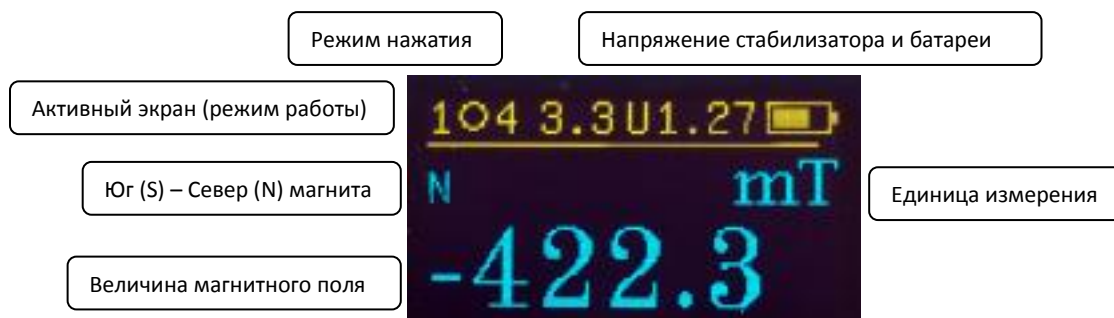
Основные электрические характеристики (при $T = 25\text{ °C}$) приведены в табл. 2.

Величина	Символ	Условия	Мин.	Тип	Макс.	Единица
Выходное напряжение Холла	V_H	$B = 0.1\text{T}, V_c = 6\text{В}$	150		190	mV
Входное сопротивление	R_{in}	$B = 0\text{T}, I_c = 0.1\text{мА}$	450		750	Ω
Выходное сопротивление	R_{out}	$B = 0\text{T}, I_c = 0.1\text{мА}$	1,000		2,000	Ω
Напряжение смещения	V_{os}	$B = 0.1\text{T}, V_c = 6\text{В}$	-16		+16	mV
Темп. коэфф. V_H	αV_H	+25 ~ +125°C			-0.06	%/°C
Темп. коэфф. R_{in}	αR_{in}	+25 ~ +125°C			0.3	%/°C
Линейность выходного напряжения Холла	ΔK	$B = 0.1\text{T}/0.5\text{T}, I_c = 0.5\text{мА}$			2	%

При использовании подложки толщиной **0.5мм** и собственной толщины элемента Холла около **0.5мм** мы получаем тонкий щуп (зонд) с хорошей линейностью и температурной стабильностью для измерения магнитных полей как на поверхности магнитов, так и в миллиметровых зазорах.

Дополнительные режимы работы.

Основной экран тесламетра.



Дополнительные режимы работы.

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

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 **миллитесла**.

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, но меньше 6 сек) – **перезагрузка** микроконтроллера. После появления надписи "ReStarting..." кнопку **обязательно** необходимо отпустить, в противном случае можно попасть в режим тонкой калибровки коэффициента Холла конкретного измерительного зонда, что без калибратора сделать сложно.

Перезагрузка может понадобиться в случае резкого изменения условий измерения, например, температуры. В этом случае возможен уход нуля прибора, и перезагрузка позволит провести автокалибровку тесламетра в новых условиях. При этом желательно, чтобы датчик зонда находился в камере с нулевым магнитным полем, или, по крайней мере, был ориентирован торцевой стороной на Север перпендикулярно поверхности Земли. Это желательно сделать из-за того, что в сверхчувствительном режиме измерения магнитного поля влияние магнитного поля Земли становится заметным.

Дополнительные сведения.

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. Возможно измерение магнитного поля по двум каналам, тем самым позволяя произвести градиентные измерения, важные для измерения однородности магнитного поля.

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

Наилучшие результаты измерений параметров магнитного поля можно получить в настольном варианте представленного **тесламетра**, используя более мощный микроконтроллер 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).

