ГОСТ 29005—91
(МЭК 367-2—74)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

СЕРДЕЧНИКИ ДЛЯ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ И ТРАНСФОРМАТОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АППАРАТУРЕ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

Часть 2

РУКОВОДСТВО ПО СОСТАВЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Издание официальное

БЗ 2—2004

ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.314.21.042.001.4:006.354 Группа Э02

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Сердечники для катушек индуктивности и трансформаторов, используемых в аппаратуре дальней связи

Часть 2

РУКОВОДСТВО ПО СОСТАВЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

ГОСТ 29005—91

(МЭК 367-2—74)

Inductor and transformer cores for telecommunications. Part 2. Guides for drafting of specifications

МКС 29.100.10
31.220.99
33.120.99
ОКП 63 0000

Дата введения 01.01.92*

1. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на сердечники из ферромагнитных оксидных или металлических порошков для трансформаторов и катушек индуктивности, используемых в аппаратуре дальней связи, а также аналогичных электронных приборах.

Стандарт применяется для разработки ТУ на сердечники, в том числе подлежащие сертификации.

2. ЦЕЛЬ

Руководство для составления технических условий и справочных листов на магнитные сердечники должно определить их параметры и характеристики, необходимые для большинства случаев применения сердечников.

Примечания:

1. Разработчик может использовать все или некоторые указанные характеристики.
2. Так как значения измеряемых величин зависят от формы, размеров и расположения измерительной катушки, последняя должна быть достаточно точно определена, прежде чем будут заданы требования к характеристикам.
3. Если в технических условиях установлены пределы потерь в сердечнике с катушкой, то потери в катушке должны быть незначительными или должна вводиться поправка.
4. В настоящем стандарте уравнения приведены в единицах системы СИ. В технических условиях и в справочных листах обычно используются следующие единицы измерения физических величин:

мм$^{-1}$ — постоянной сердечника C_1;
мм$^{-3}$ — постоянной сердечника C_2;
кГц — частоты;
мГн — индуктивности;
нГн — факторов индуктивности;
мТл — магнитной индукции;
мА — тока;
кА/м — напряженности магнитного поля.

* Порядок введения — в соответствии с приложением 2.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

© Издательство стандартов, 1991
© ИПК Издательство стандартов, 2004

5. В формулах применяют следующие обозначения:

t — время;

Θ — температура;

L — индуктивность;

μ_0 — магнитная постоянная, $0{,}4\pi \times 10^{-6}$;

μ_r — относительная магнитная проницаемость*;

μ_i — начальная магнитная проницаемость;

μ_e — эффективная магнитная проницаемость;

$$\mu_e = \frac{LC_1}{\mu_0 N^2};$$

$\mu_{обр}$ — обратимая магнитная проницаемость;

N — число витков измерительной катушки;

C_1, C_2 — постоянные сердечника, определенные в ГОСТ 28899;

A_e — эффективная площадь поперечного сечения;

ω — круговая частота, $\omega = 2\pi \times$ частоту измерительного тока.

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

3.1. Справочные документы

Определения терминов, упомянутых в настоящем руководстве, даны в следующих Публикациях (стандартах):

Публикация МЭК 50** Международный электротехнический словарь.

Публикация МЭК 125—66** Общая классификация ферромагнитных оксидных материалов и определения терминов.

Предварительное издание МЭС. Глава 901** Магнетизм.

Эффективные параметры (постоянные сердечника и эффективные размеры) даны в ГОСТ 28899.

3.2. Пояснения к проведению измерений и испытаний

3.2.1. Прямые методы измерений

Прямые методы измерений позволяют непосредственно определять характеристики сердечников, поэтому должны применяться для сравнения сердечников, изготовленных из различных материалов разными изготовителями, как это делается при квалификационных испытаниях. При проведении измерений такими методами следует руководствоваться частью 1 ГОСТ 29004.

3.2.2. Косвенные методы измерений

Косвенные методы измерений позволяют сравнивать только сердечники одинаковых конструкций, изготовленные из одного материала одним и тем же изготовителем. Применение этих методов ограничено теми случаями, когда установлено соотношение между прямыми и косвенными методами измерений. Эти методы можно применять для заводских и приемочных испытаний только по согласованию между изготовителем и потребителем (или его доверенным лицом).

3.2.3. Тип сердечника

Тип сердечника определяется формой, свойствами используемого материала и технологией изготовления.

3.2.4. Испытание

Процедура, которую проводят для проверки выполнения определенного требования технических условий.

3.2.5. Квалификационные испытания

Серия испытаний, которым подвергают ряд образцов, представляющих изделия данного типа с целью выяснения способности изготовителя производить изделия, отвечающие требованиям технических условий.

3.2.6. Утверждение типа (квалификационное утверждение)

Решение компетентного лица, удостоверяющее, что данный изготовитель может производить в необходимом количестве изделия определенного типа, отвечающие требованиям технических условий.

---

* Когда проницаемость приводится без дополнительных указаний, например начальная магнитная проницаемость μ_1, то имеется в виду относительное значение.

** До прямого применения международных стандартов МЭК в качестве государственных стандартов рассылку стандартов МЭК на русском языке осуществляет ВНИИ «Электронстандарт».

3.2.7. Испытание на соответствие качества

Испытания, которые обязуется проводить изготовитель, чтобы гарантировать соответствие изготовленных изделий требованиям технических условий.

3.2.8. Число образцов

1) Общие сведения

Число образцов, подлежащих испытанию, в каждом отдельном случае зависит от цели испытания и требуемой точности.

2) Квалификационные испытания

При квалификационных испытаниях выборка должна быть представительной для всего ряда значений размеров A_L, допусков и т. д. Число испытуемых образцов должно быть установлено по согласованию между заказчиком и изготовителем.

Примечание. Допускается ограниченное утверждение типа сердечников путем проведения квалификационных испытаний, охватывающих часть ряда значений размеров и параметров или отдельные их значения.

3) Отказы

Настоящий стандарт не устанавливает допустимое число отказов. Это число устанавливает компетентное лицо, производящее утверждение типа.

3.3. Классификация характеристик и параметров

Рекомендации по включению в технические условия характеристик и параметров для сердечников различных типов перечислены в разд. 4 и последующих. Перечень характеристик и параметров зависит от области применения сердечников.

Все характеристики и параметры подразделяют на две группы:

- минимальный объем информации в технических условиях на сердечники, содержащий характеристики и параметры, приводимые в технических условиях на сердечники для трансформаторов и катушек индуктивности;
- дополнительная информация о сердечниках, представляющая дополнительные сведения, которые могут понадобиться изготовителю при конструировании сердечников.

Дополнительно может быть представлено руководство по требованиям к механическим свойствам.

3.4. Термины и определения

В дополнение к определениям, включенным в Публикацию МЭК 50 (901), — предварительное издание Международного электротехнического словаря (МЭС), глава 901 «Магнетизм», — в настоящем стандарте приводятся следующие термины:

3.4.1. **кажущаяся магнитная проницаемость** μ_{app}: Отношение индуктивности измерительной катушки с сердечником L, расположенной в определенном положении на сердечнике, к индуктивности этой же катушки без сердечника L', вычисляемое по формуле

$$\mu_{app} = \frac{L}{L'}.$$

3.4.2. **магнитная проницаемость кольцевого сердечника:** Относительная магнитная проницаемость материала, измеренная на кольцевом сердечнике из этого материала и вычисляемая по формуле

$$\mu_{кол} = \frac{C_1}{\mu_0} \cdot \frac{L - L'}{N^2} + 1,$$

где L — индуктивность измерительной катушки с сердечником, Гн;

N — число витков измерительной катушки;

L' — индуктивность той же катушки без сердечника, Гн;

Примечание. Имеются категорические возражения против применения этого термина ввиду того, что скорее он относится не к магнитным свойствам, а к методу измерения.

3.4.3. **коэффициент витков** α: Число витков, которое должна иметь катушка заданной конфигурации, размещенная в определенном положении на сердечнике, чтобы получить единицу индуктивности, вычисляемое по формуле

$$\alpha = \frac{N}{\sqrt{L}},$$

где N — число витков определенной измерительной катушки;

L — индуктивность измерительной катушки с сердечником, Гн.

Примечания:

1. Имеются категорические возражения против применения этого термина, поскольку эта величина несовместима с системой СИ.

2. Если единица индуктивности является кратной генри (обычно миллигенри), то это следует указывать.

3.4.4. **фактор индуктивности** A_L: Отношение индуктивности измерительной катушки заданной конфигурации, расположенной в определенном положении на сердечнике, к квадрату числа витков измерительной катушки, вычисляемое по формуле

$$A_L = \frac{L}{N^2}.$$

где N — число витков заданной измерительной катушки;

L — индуктивность измерительной катушки с сердечником, Гн.

Примечания:

1. Этот термин тесно связан с магнитной проводимостью (Λ) (МЭС 901—01—16) Магнитная проводимость связана с магнитным сопротивлением сердечника, а фактор индуктивности относится к параметрам сердечника с обмоткой.

2. В принципе A_L может быть связан соотношениями с различными видами магнитной проницаемости, приведенными в МЭС, с динамической магнитной проницаемостью. Если нет других указаний, то следует иметь в виду начальную эффективную магнитную проницаемость.

3.4.5. **постоянная гистерезиса сердечника** η_i: Выражение потерь, обусловленных гистерезисом в магнитном сердечнике в области Релея; оно равно тангенсу угла потерь на гистерезис, деленному на произведение амплитудного значения тока $\hat{i}$ и корня квадратного из индуктивности измерительной катушки L и вычисляется по формуле

$$\eta_i = \frac{\operatorname{tg}\delta_h}{\hat{i}\sqrt{L}}.$$

Примечание. Между постоянной гистерезиса материала η_B и постоянной гистерезиса сердечника имеет место следующее соотношение

$$\eta_i = \eta_B \sqrt{\frac{\mu_0 \mu_e^3}{V_e}},$$

где η_B — постоянная гистерезиса материала (см. МЭС 901—03—20);

V_e — эффективный объем (по ГОСТ 28899).

3.4.6. **магнитная нестабильность**: Изменение магнитных свойств материала или магнитной цепи в зависимости от времени или условий работы, или того и другого вместе.

Примечание. Обычно это понятие относится непосредственно к изменениям магнитной проницаемости. Самыми распространенными примерами нестабильности являются температурная зависимость магнитной проницаемости и дезаккомодации.

3.4.7. **температурный коэффициент** α_F: Отрицательное значение изменения релуктивности* материала (величины, обратной магнитной проницаемости), обусловленное разностью температур и деленное на эту разность, вычисляемое по формуле

$$\alpha_F = \frac{\frac{1}{\mu_0} - \frac{1}{\mu_{ref}}}{\Theta - \Theta_{ref}} = \frac{\mu_0 - \mu_{ref}}{\mu_\Theta \mu_{ref} (\Theta - \Theta_{ref})},$$

где μ_0 (μ_{ref}) — эффективная магнитная проницаемость при температуре Θ (Θ_{ref}).

3.4.8. **температурный коэффициент магнитной проницаемости** α_μ (эффективной магнитной проницаемости α_{μ_e}; индуктивности α_L): Относительное изменение магнитной проницаемости (эффективной магнитной проницаемости; индуктивности), обусловленное разностью температур и деленное на эту разность, вычисляемое по формуле

$$\alpha_\mu = \frac{\mu_0 - \mu_{ref}}{\mu_{ref}(\Theta - \Theta_{ref})}; \qquad \sigma_L = \frac{L_\Theta - L_{ref}}{L_{ref}(\Theta - \Theta_{ref})},$$

где L_Θ (L_{ref}) — индуктивность при температуре;

μ_Θ (μ_{ref}) — эффективная магнитная проницаемость при температуре Θ (Θ_{ref}).

---

* Удельное магнитное сопротивление, магнитная сопротивляемость.

3.4.9. **дезаккомодация начальной магнитной проницаемости** D: Относительное уменьшение магнитной проницаемости материала, измеренное при постоянной температуре в заданный промежуток времени, вычисляемое по формуле

$$D = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1},$$

где μ_1 и μ_2 — значения относительной магнитной проницаемости, измеренные последовательно в начале и конце заданного промежутка времени.

3.4.10. **коэффициент дезаккомодации (магнитной проницаемости)** d: Дезаккомодация после размагничивания, деленная на десятичный логарифм отношения промежутков времени между моментом прекращения размагничивания и началом второго и первого измерений соответственно, вычисляемая по формуле

$$d = \frac{D}{\lg \frac{t_2}{t_1}},$$

где D — дезаккомодация, измеренная после размагничивания за период времени $t_1 - t_2$.

3.4.11. **относительный коэффициент дезаккомодации (магнитной проницаемости)** D_F: Значение, полученное путем деления коэффициента дезаккомодации начальной магнитной проницаемости на относительную магнитную проницаемость μ_1, измеренную в начальной точке t_1 выбранного промежутка времени, вычисляемое по формуле

$$D_F = \frac{d}{\mu_1}.$$

3.4.12. **установление размагниченного состояния (размагничивание)**: Размагничивание магнитного материала или сердечника с целью уничтожения его магнитной предыстории и приведения его в определенное и воспроизводимое исходное магнитное состояние.

3.4.13. **нестабильность магнитной проницаемости** S: Относительное изменение магнитной проницаемости, вызванное определенным возмущением, вычисляемое по формуле

$$S = \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu_1},$$

где μ_1 — относительная магнитная проницаемость, измеренная непосредственно перед приложением возмущения, Гн;

μ_2 — относительная магнитная проницаемость, измеренная по истечении определенного времени после приложения возмущения, Гн.

3.4.14. **относительная нестабильность магнитной проницаемости** S_F: Отношение нестабильности к относительной магнитной проницаемости, измеренной непосредственно перед воздействием возмущения, вычисляемое по формуле

$$S_F = \frac{S}{\mu_1}.$$

3.4.15. **коэффициент параллельного реактивного сопротивления** X_p/N^2: Отношение реактивного сопротивления X_p катушки заданной конфигурации, размещенной на данном сердечнике в определенном положении, к квадрату числа витков. Параллельное реактивное сопротивление является реактивной составляющей импеданса при параллельном соединении элементов.

3.4.16. **коэффициент параллельного активного сопротивления** R_p/N^2: отношение активного сопротивления R_p катушки заданной конфигурации, размещенной на данном сердечнике в определенном положении, к квадрату числа витков. Параллельное активное сопротивление является активной составляющей импеданса при параллельном соединении элементов.

4. ОБЩИЕ ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

4.1. Технические условия должны быть ясными, четкими и полными. В технических условиях требования к определенным свойствам сердечников необходимо отделять от информации, предназначенной для изготовителя.

Справочные листы должны выполняться по форме, приведенной в соответствующих пунктах настоящего стандарта.

4.2. В технических условиях должны содержаться по меньшей мере следующие сведения:

1) фамилия, имя, отчество компетентного лица, ответственного за разработку технических условий;

2) обозначение технических условий, дата или номер издания;

3) раздел «Область применения», где приводят наименование сердечника, рекомендации по его применению и другие сведения;

4) чертеж изделия;

5) основные размеры с допусками;

6) предельные значения основных характеристик сердечника;

7) требования к методам и условиям измерений основных характеристик (например, сжимающее усилие для сердечников, состоящих из двух и более частей);

8) интервал рабочих температур в градусах Цельсия, в диапазонах которого сердечник может использоваться, причем параметры сердечника, соответствующие данному интервалу, остаются в пределах требований, заданных в технических условиях;

9) любые ограничения, необходимые для сохранения свойств сердечника.

4.3. Требования, изложенные в перечислении 6 п. 4.2, должны относиться ко всем характеристикам, перечисленным в п. 3.3 в группе «Минимальный объем информации в технических условиях на сердечники». Они могут относиться к некоторым или всем характеристикам группы «Дополнительная информация о сердечниках». При необходимости могут быть добавлены другие характеристики, но характеристики, приведенные в указанных выше группах, следует считать предпочтительными.

4.4. При рассмотрении вопроса о методах измерения должна быть сделана ссылка на часть 1 ГОСТ 29004. Должны быть приведены дополнительные сведения (например, условия проведения испытаний, не приведенные в части 1) и указаны отклонения от приведенных методов. Когда частоту измерения или частоты, которые специально оговариваются для характеристик, выбирают не из условий применения или других соображений, рекомендуется выбирать их из ряда: 1—3—10 кГц и т. д.

4.5. Если специально оговаривается или (как, например, при измерении начальной магнитной проницаемости) подразумевается, что измерение проводится при значении индукции, близком к нулю (т. е. в пределах области Релея), уровень индукции должен быть таким, чтобы удвоение амплитуды эффективной индукции $\hat{B}_e$ вызвало очень незначительное изменение измеряемой величины

$$\hat{B}_e = \frac{U\sqrt{2}}{\omega N A_e},$$

где U — среднее квадратическое значение синусоидального напряжения, прикладываемого к измерительной катушке.

4.6. Для сердечников всех типов значения эффективных параметров нужно рассматривать как дополнительную информацию о сердечниках.

Расчет постоянных сердечников должен проводиться в соответствии с ГОСТ 28899 по следующим формулам:

$$C_1 = \Sigma \frac{l}{A} \text{ мм}^{-1}*; \qquad C_2 = \Sigma \frac{l}{A^2} \text{ мм}^{-3}.$$

Эффективные размеры можно рассчитать следующим образом:

- эффективная площадь

$$A_e = \frac{C_1}{C_2};$$

- эффективный путь

$$l_e = \frac{C_1^2}{C_2};$$

- эффективный объем

$$V_e = \frac{C_1^3}{C_2^2}.$$

---

* Иногда применяют коэффициент проницаемости $C = \frac{\mu_0}{C_1}$.

5. СЕРДЕЧНИКИ ДЛЯ РЕЗОНАНСНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ И КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ

5.1. Общие положения

5.1.1. Разд. 5 распространяется на сердечники без воздушного зазора или с малым воздушным зазором для трансформаторов и катушек индуктивности, являющихся элементом резонансного контура. Ограничения накладывают на форму и размеры тех сердечников, для которых характеристики, перечисленные в пп. 5.2 и 5.3, имеют большое значение, если измерения проводят в соответствии с методикой, представленной в стандарте. Это не относится, например, к коротким стержням, применяемым в качестве сердечников в высокочастотных катушках индуктивности.

5.1.2. При разработке технических условий и справочных листов на сердечники таких типов следует учитывать требования разд. 4.

5.1.3. При составлении технических условий на сердечники с регулирующими устройствами обычно приводят данные для сердечников без подстроечника. При наличии точного указания сердечники должны отвечать требованиям технических условий как с подстроечником в любой точке заданного диапазона регулирования, так и без него, однако нужно учитывать увеличение эффективной магнитной проницаемости, обусловленное влиянием подстроечника.

В этом случае любой сердечник, взятый из партии, в сочетании с любым подстроечником, предназначенным для данного типа сердечника, должен отвечать требованиям технических условий.

Примечание. При регулировании индуктивности с помощью подстроечника точность установки индуктивности должна быть удовлетворительной в любой точке заданного диапазона. Габаритные размеры сердечника с регулирующим устройством приводят для любого положения, занимаемого подстроечником в пределах диапазона регулирования.

5.1.4. Определение регулирования индуктивности — по ГОСТ 29004, п. 10.2.

5.2. Минимальный объем информации в технических условиях на сердечники

5.2.1. Фактор индуктивности — по ГОСТ 29004, разд. 7.

Приводят номинальное значение и допуск на фактор начальной индуктивности A_L при температуре 25 °С для заданного значения частоты. У сердечников с регулирующим устройством этот фактор измеряют при выведенном подстроечнике.

Примечание. Фактор индуктивности $A_L = \frac{L}{N^2}$.

5.2.2. Потери на вихревые токи и последействие — по ГОСТ 29004, разд. 11.

Устанавливают максимальное значение фактора потерь, обусловленное потерями на вихревые токи и последействие в сердечнике $\frac{\operatorname{tg}\delta_{r+F}}{\mu_e}$ при температуре 25 °С для двух или более заданных частот (п. 4.4), который зависит от частотного диапазона частот.

Примечания:

1. Предполагают, что потери на вихревые токи и последействия равны общим потерям в сердечнике при незначительно малых значениях индукции, близких к нулю (п. 4.5).

2. Вместо выражения $\frac{\operatorname{tg}\delta_{r+F}}{\mu_e}$ может быть использовано произведение эффективной проницаемости и добротности, соответствующее потерям на вихревые токи и последействие $\mu_e \cdot Q_{r+F}$, при этом $\frac{\operatorname{tg}\delta_{r+F}}{\mu_e} = \frac{1}{\mu_e \cdot Q_{r+F}}$.

5.2.3. Потери на гистерезис — по ГОСТ 29004, п. 11.5.

Устанавливают максимальное значение постоянной гистерезиса сердечника или тангенс угла потерь за счет потерь на гистерезис $\operatorname{tg}\delta_h$ при температуре 25 °С для заданной низкой частоты, которая выбрана из стандартного ряда частот (п. 4.4) и зависит от частотного диапазона сердечника. Может быть приведено конкретное значение постоянной гистерезиса материала η_B.

Примечания:

1. Соотношение между η и $\operatorname{tg}\delta_h$

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}\delta_h}{i\sqrt{L}}.$$

2. Соотношение между η_B и $\operatorname{tg}\delta_h$

$$\eta_B = \frac{\operatorname{tg}\delta_h}{\mu_e \cdot B_e},$$

где B_e — амплитуда эффективной индукции (п. 4.5).

3. При значениях индукции, намного меньших индукции насыщения (т. е. в пределах области Релея), в некотором приближении существует следующее соотношение между потерями на гистерезис и нелинейным искажением напряжения при прохождении через катушку синусоидального тока

$$\frac{E_3}{U_1} \approx 0{,}16 \operatorname{tg}\delta_h,$$

где U_1 — основное напряжение, прикладываемое к измерительной катушке;

E_3 — ЭДС третьей гармоники частоты, генерируемой сердечником.

5.2.4. Дезаккомодация — по ГОСТ 29004, разд. 8.

Указывают максимальное значение коэффициента дезаккомодации или дезаккомодации при температуре 25 °С и выше в заданный период от 10 до 100 мин после размагничивания или от 24 до 48 ч после установления теплового режима.

5.2.5. Температурный коэффициент эффективной магнитной проницаемости — по ГОСТ 29004, разд. 9.

Указывают максимальное и минимальное значения температурного коэффициента начальной эффективной магнитной проницаемости сердечника для заданного диапазона температур.

Примечание. Для броневых сердечников с различными воздушными зазорами желательно указывать максимальное и минимальное значения температурного коэффициента сердечника, если воздушными зазорами на пути магнитного потока являются только остаточные воздушные зазоры между контактирующими поверхностями.

5.2.6. Область регулирования (только для сердечников с регулирующим устройством) — по ГОСТ 29004, разд. 10.

Указывают отношение максимального значения индуктивности на нижнем пределе и минимального значения индуктивности на верхнем пределе области регулирования (см. п. 5.1.4) к индуктивности, измеренной без подстроечника при температуре 25 °С и при той же температуре и частоте, для которых определен коэффициент индуктивности. Отношение выражают в процентах.

5.3. Дополнительная информация о сердечниках (см. также п. 4.6)

5.3.1. Эффективная магнитная проницаемость — по ГОСТ 29004, разд. 7.

Указывают номинальное значение эффективной магнитной проницаемости при низкой индукции, температуре 25 °С и заданной частоте.

5.3.2. Влияние статического магнитного поля — по ГОСТ 29004, разд. 15.

Приводят графическую зависимость коэффициента индуктивности от статической магнитодвижущей силы для сердечника каждого типа.

5.3.3. Общие потери — по ГОСТ 29004, разд. 11.

Приводят в виде графической зависимости от частоты с индукцией в качестве постоянного параметра. Также должны указываться размеры и форма катушки.

5.4. Требования к механическим свойствам сердечника

5.4.1. Максимальное усилие, которое может выдержать сердечник без повреждения, и способ приложения этого усилия.

У сердечников, состоящих из двух и более частей, это усилие обычно возникает от зажимного приспособления, и при проверке прикладывается таким же образом (как в зажимном приспособлении).

5.4.2. Максимальное усилие, которое может выдерживать фиксированная часть без механического повреждения или выпадения из сердечника.

5.4.3. Максимальный крутящий момент, прикладываемый к подстроечнику, который должен выдерживаться регулирующим устройством без механического повреждения и выпадения фиксированной части (для регулирующих устройств резьбового типа).

5.5. Справочный лист

5.5.1. Размеры

Размеры должны указываться в соответствии с действующими нормативно-техническими документами (НТД).

Требования к конкретным типам сердечников можно найти в соответствующих приложениях к настоящему стандарту.

В справочном листе должно приводиться не менее двух эффективных параметров и постоянных сердечника, рассчитанных по п. 4.6 (C_1, C_2, l_e, A_e, V_e). Рекомендуется указывать C_1, l_e, A_e.

5.5.2. Общие сведения

Приводят следующие сведения:

- обозначение настоящего стандарта;
- интервал рабочих температур в градусах Цельсия (п. 4.2, перечисление 8);
- стандартизованные интервалы температур: от минус 40 °С до плюс 70 °С, от минус 25 °С до плюс 70 °С и от плюс 5 °С до плюс 55 °С;
- требования к маркировке;
- общие характеристики материала, при необходимости (Публикация МЭК 401)*.

5.5.3. Условия проведения измерений

В соответствии с требованиями ГОСТ 29004 указывают:

- температуру окружающей среды для арбитражных испытаний, если она отличается от 25 °С;
- сжимающее усилие;
- требования к катушкам для измерения индуктивности и потерь или ссылку на эти требования;
- метод размагничивания.

Дополнительные требования, относящиеся к сердечникам определенных типов, приведены в приложении.

5.5.4. Основные параметры и рабочие характеристики

Основные параметры и рабочие характеристики должны представляться по форме, приведенной в табл. 1.

Таблица 1

Номинальное значение начальной эффективной магнитной проницаемости μ_e (п. 5.3.1)	Без зазора*	Тип сердечника*[4]		
Номинальное значение A_L, соответствующее значению μ_1 (п. 5.2.1)	+	+	+	+
допуск (без регулирующего устройства), %		+	+	+
Область регулирования (п. 5.2.6): с подстроечником				
мин., %		+	+	+
макс., %		+	+	+
Частота измерения . . . кГц				
Прикладываемое напряжение (среднее квадратическое), мВ				
Температурный коэффициент эффективной магнитной проницаемости** (п. 5.2.5) в диапазоне температур***:				
от . . . до . . . °С мин.		+	+	+
макс.		+	+	+
от . . . до . . . °С мин.		+	+	+
макс.		+	+	+
или				
Температурный фактор эффективной магнитной проницаемости в диапазоне температур:				
от . . . до . . . °С мин., 10^{-6}/°С	+			
макс., 10^{-6}/°С	+			
от . . . до . . . °С мин., 10^{-6}/°С	+			
макс., 10^{-6}/°С	+			
Частота измерения, кГц				
Прикладываемое напряжение (среднее квадратическое), мВ				

* До прямого применения международного стандарта МЭК в качестве государственного стандарта рассылку стандарта МЭК на русском языке осуществляет ВНИИ «Электронстандарт».

Продолжение таблицы 1

Номинальное значение начальной эффективной магнитной проницаемости μ_e (п. 5.3.1)	Без зазора*	Тип сердечника*4		
Коэффициент дезаккомодации (п. 5.2.4) макс., 10^{-6}	+			
Потери на последействие и вихревые токи (п. 5.2.2) макс. $\frac{\operatorname{tg}\delta_{\eta+F}}{\mu_e}$ макс. или $(\mu_e \cdot Q_{\eta+F})$ мин.				
Частота измерения, кГц	+			
Прикладываемое напряжение (среднее квадратическое), мВ				
Частота измерения, кГц	+			
Прикладываемое напряжение (среднее квадратическое), мВ				
Постоянная гистерезиса материала (п. 5.2.3), макс.	+			
Частота измерения, кГц				
Прикладываемое напряжение (среднее квадратическое):				
- первое измерение, мВ - второе измерение, мВ				

* Значения распространяются на сердечники, у которых воздушными зазорами на пути магнитного потока являются только остаточные воздушные зазоры между контактирующими поверхностями.

** Вместо этого показателя может указываться полное изменение в температурном диапазоне.

*** Если температурные коэффициенты приводят более чем для одного температурного диапазона или если температурный диапазон разделен на две или более части, каждая из которых характеризуется своими температурными коэффициентами, то это должно указываться в технических условиях.

*4 Число колонок в этой графе зависит от числа выпускаемых типов сердечников с зазором.

5.5.5. Дополнительные данные

По усмотрению изготовителя или по требованию заказчика могут быть приведены следующие данные:

- средние значения некоторых параметров (п. 5.5.4);
- параметры, приведенные в пп. 5.2 и 5.3, но не упомянутые в п. 5.5.4.

Рекомендуется в документах приводить графические зависимости tg δ или Q от частоты (с учетом потерь в меди и других потерь) при низкой индукции для различных конструкций катушек, которые распространяются на весь частотный диапазон сердечника.

6. СЕРДЕЧНИКИ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

6.1. Общие положения

6.1.1. Разд. 6 распространяется на сердечники без воздушного зазора или с малым воздушным зазором для трансформаторов, вносимые потери которых должны быть низкими и сохранять постоянное значение для относительной широкой полосы частот. Сюда не входят импульсные трансформаторы. Ограничения накладывают на форму и размеры тех сердечников, для которых характеристики, перечисленные в пп. 6.2 и 6.3, имеют большее значение, если измерения проводят в соответствии с методикой, представленной в части 1 ГОСТ 29004. Это не относится, например, к коротким стержням, используемым в качестве сердечников в высокочастотных трансформаторах.

6.1.2. При разработке технических условий и справочных листов на сердечники таких типов надо учитывать требования разд. 4 настоящего стандарта и следующих пунктов.

6.2. Минимальный объем информации в технических условиях на сердечники

6.2.1. Коэффициент параллельного реактивного сопротивления — по ГОСТ 29004, разд. 7.

Указывают минимальное значение эффективного параллельного реактивного сопротивления на виток катушки $\frac{X_p}{N^2}$ в интервале рабочих температур для значения индукции, близкого к нулю, на заданной низкой частоте, выбранной из стандартного ряда частот (п. 4.4), который зависит от частотного диапазона сердечника.

Примечания:

1. Минимальное значение коэффициента индуктивности A_L* может указываться для таких значений частоты, где он практически от частоты не зависит.

2. Между коэффициентом параллельного реактивного сопротивления и коэффициентом индуктивности существует следующее соотношение

$$\frac{X_p}{N^2} = \omega A_L.$$

6.2.2. Общие потери — по ГОСТ 29004, разд. 11.

1) Коэффициент параллельного активного сопротивления

Указывают минимальное значение эффективного параллельного активного сопротивления на виток катушки $\frac{R_p}{N^2}$ в интервале рабочих температур для двух или нескольких заданных частот, выбранных из стандартного ряда частот (п. 4.4), который зависит от частотного диапазона сердечника, при одном или нескольких значениях индукции.

Примечание. Коэффициент параллельного активного сопротивления применяют, когда необходимо учитывать вносимые потери (трансформаторы дальней связи).

2) Потери мощности

Указывают максимальное значение общих потерь P в ваттах в интервале рабочих температур для одной или нескольких заданных частот, выбранных из стандартного ряда частот (п. 4.4), для одного или нескольких относительно высоких значений индукции в зависимости от условий, в которых предполагается использовать сердечник.

Примечание. Этот параметр используют в случае значительного теплообразования (силовые трансформаторы).

6.3. Дополнительная информация о сердечниках (см. также п. 4.6)

6.3.1. Зависимости коэффициентов параллельного активного и реактивного сопротивлений и потерь мощности от частоты и индукции.

1) Приводят типовые графические зависимости этих коэффициентов от частоты с индукцией в качестве постоянного параметра — пп. 6.2.1 и 6.2.2, перечисление 1.

2) Приводят типовые графические зависимости потерь мощности от индукции с частотой в качестве постоянного параметра — п. 6.2.2, перечисление 2.

6.3.2. Влияние статического магнитного поля — по ГОСТ 29004, разд. 15.

Приводят типовые графические зависимости коэффициента параллельной индуктивности, соответствующего проницаемости на частном цикле, от статической магнитодвижущей силы для различных значений воздушного зазора и, при необходимости, для разных значений частоты, индукции и температуры. Зависимость этих параметров можно представить с помощью кривой Ханна**. Статическая магнитодвижущая сила должна быть выражена в амперах. Кривые должны строиться для двух значений воздушного зазора:

- минимального воздушного зазора;
- воздушного зазора, при котором коэффициент параллельного реактивного сопротивления при отсутствии статического поля составляет 0,5 коэффициента при минимальном воздушном зазоре.

6.3.3. Нелинейные искажения — по ГОСТ 29004, разд. 12.

Указывают максимальное значение постоянной нелинейного искажения материала δ_B при нормальных атмосферных условиях и заданной частоте.

6.3.4. Потери на гистерезис — по ГОСТ 29004, п. 11.5.

Указывают максимальное значение тангенса угла потерь на гистерезис tg δ_h при нормальных атмосферных условиях для заданной низкой частоты, выбранной из стандартного ряда частот (п. 4.4), который зависит от частотного диапазона сердечника, либо указывают значение постоянной гистерезиса материала.

---

* В некоторых странах в технических условиях иногда приводят коэффициент витков α, представляющий собой число витков, приходящееся на 1 мГн. Однако использовать этот коэффициент не рекомендуется.

** Кривая Ханна представляет собой огибающую кривых зависимости $\frac{L \cdot I^2}{V_e}$ от $\frac{N \cdot I}{l_e}$, где I — постоянный ток.

Примечание. Между η_B и tg δ_h имеет место следующее соотношение

$$\eta_B = \frac{\text{tg}\,\delta_h}{\mu_e \cdot \hat{B}_e}.$$

6.3.5. Основная кривая намагниченности

Основная кривая намагниченности (МЭС, второе издание, пункт 05—25—200, предварительное издание МЭС, глава 901 «Магнетизм», пункт 901—02—18) должна приводиться с температурой в качестве постоянного параметра.

6.4. Требования к механическим свойствам сердечника

Оговаривают следующие требования.

Максимальное усилие, которое может выдержать сердечник без повреждения, и способ приложения этого усилия. У сердечников, состоящих из двух и более частей, это усилие обычно возникает от зажимного приспособления, и при проверке прикладывается таким же образом, как в зажимном приспособлении.

6.5. Справочный лист

В справочном листе должна содержаться следующая информация.

6.5.1. Размеры

Размеры должны указываться в соответствии с действующими НТД. Требования к сердечникам конкретных типов — по приложениям к ГОСТ 29004. В справочном листе должно приводиться не менее двух из пяти эффективных параметров и постоянных сердечника, рассчитанных в соответствии с ГОСТ 28899: C_1, C_2, l_e, A_e и V_e (п. 4.6). Рекомендуется указывать C_1, l_e и A_e.

6.5.2. Общие сведения

Приводят следующие сведения:

- ссылку на настоящий стандарт;
- интервал рабочих температур в градусах Цельсия (п. 4.2, перечисление 8);
- стандартизованные интервалы температур: от минус 40 °С до плюс 70 °С, от минус 25 °С до плюс 70 °С и от плюс 5 °С до плюс 55 °С;
- требования к маркировке;
- общие характеристики материала, при необходимости (Публикация МЭК 401)*.

6.5.3. Условия проведения измерений

В соответствии с требованиями ГОСТ 29004 указывают:

- температуру окружающей среды для арбитражных испытаний, если она отличается от 25 °С (п. 3.2);
- сжимающее усилие (п. 4.3);
- требования к катушкам для измерения индуктивности и, при необходимости, потерь или ссылку на эти требования (п. 7.2, разд. 11);
- метод размагничивания (разд. 6).

Дополнительные требования, относящиеся к сердечникам определенных типов, можно найти в соответствующих приложениях к ГОСТ 29004.

6.5.4. Основные параметры и рабочие характеристики

Основные параметры и рабочие характеристики должны представляться по форме, приведенной в табл. 2. Вместо знаков «+» и «...» подставляют значения и единицы физических величин.

Таблица 2

Основной параметр и рабочая характеристика	Единица величины
Коэффициент параллельного реактивного сопротивления $\frac{X_p}{N^2}$ (п. 6.2.1)	. . . Ом
в диапазоне температур от . . . до . . . °С	
при частоте измерения . . . кГц	
и среднем квадратическом значении напряжения	. . . мВ
или удельном напряжении, соответствующем $\hat{B}_e$ (п. 4.5)	. . . мТл
или	
A_L (пп. 5.2.1 и 6.2.1)	. . . +
при частоте измерения . . . кГц	
и среднем квадратическом значении напряжения	. . . мВ
или удельном напряжении, соответствующем $\hat{B}_e$ (п. 4.5)	. . . мТл

Продолжение таблицы 2

Основной параметр и рабочая характеристика	Единица величины
Коэффициент параллельного активного сопротивления $\frac{R_p}{N^2}$ (п. 6.2.2)	. . . Ом
при частоте измерения . . . кГц и среднем квадратическом значении напряжения при удельном напряжении, соответствующем $\hat{B}_e$ (п. 4.5)	. . . мТл
при частоте измерения . . . кГц и среднем квадратическом значении напряжения	. . . мВ
или удельном напряжении, соответствующем $\hat{B}_e$ (п. 4.5), или, если в расчет принимают потери мощности, суммарные потери P	. . . +
при частоте измерения . . . кГц и среднем квадратическом значении напряжения или удельном напряжении, соответствующем $\hat{B}_e$ (п. 4.5)	. . . мТл
при частоте измерения . . . кГц и среднем квадратическом значении напряжения или удельном напряжении, соответствующем $\hat{B}_e$ (п. 4.5)	. . . мТл
при частоте измерения . . . кГц и среднем квадратическом значении напряжения или удельном напряжении, соответствующем $\hat{B}_e$ (п. 4.5)	. . . мТл

6.5.5. Дополнительные данные

По усмотрению изготовителя или по требованию заказчика могут быть приведены следующие данные:

- средние значения некоторых параметров, указанных в п. 6.5.4;
- параметры, приведенные в п. 6.3, но не указанные в п. 6.5.4.

7. СЕРДЕЧНИКИ ДЛЯ СИЛОВЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

7.1. Общие сведения

7.1.1. Разд. 7 распространяется на сердечники без воздушного зазора или с небольшим воздушным зазором, используемые в импульсных трансформаторах, конструкция которых, в основном, определяется требованиями к питанию и для которых форма выходного импульса не имеет первостепенного значения.

7.1.2. В дополнение к п. 7.1.1 при составлении технических условий и справочных листов на эти типы сердечников необходимо также учитывать требования разд. 4.

7.1.3. Определения, касающиеся сердечников импульсных трансформаторов, — по ГОСТ 29004, п. 16.2.

7.1.4. В случаях, когда целесообразно указывать частоту повторения импульсов, ее следует выбирать равной 0,4 кГц или из ряда 1—3—10 кГц.

7.1.5. Во время испытания частота повторения импульсов должна быть достаточно низкой, чтобы саморазогрев катушки и сердечника был пренебрежимо малым в пределах времени до завершения испытания.

7.2. Минимальный объем информации в технических условиях на сердечники

7.2.1. Коэффициент импульсной индуктивности и намагничивающий ток — по ГОСТ 29004, п. 16.7.2.

Предельные значения коэффициентов импульсной индуктивности (A_{LP}) или намагничивающего тока (i_m) для таких заданных условий, как параметры импульса напряжения, испытательная обмотка и подмагничивающее поле, следует указать при температуре 25 °С и при заданном значении интеграла напряжения или изменения магнитного потока в сердечнике.

Для измерений с помощью подмагничивающего поля следует указывать либо подмагничивающий ток, отнесенный к одному витку, либо напряженность подгмагничивающего поля в сердечнике.

Примечания:

1. Коэффициент импульсной индуктивности и намагничивающий ток являются взаимосвязанными величинами, поэтому следует указывать только одну из них. Для упрощения расчета трансформатора предлагается в тех случаях, когда одна величина указана, включать информацию относительно другой величины.

2. Интеграл напряжения или изменение магнитного потока можно указывать в процентах (например 90 %) заданного минимального значения при насыщении.

7.2.2. Потери в сердечнике — по ГОСТ 29004, п. 11.2.

Предельные значения потерь в сердечнике при заданной температуре и при указанном интеграле напряжения или изменении магнитного потока в сердечнике следует оговаривать для таких заданных условий, как параметры импульса напряжения, испытательная обмотка и подмагничивающее поле. Потери могут быть выражены в единицах мощности (ватты) в данном сердечнике при заданной частоте повторения импульсов, однако их предпочтительно выражать в единицах энергии на цикл (джоули) в данном сердечнике; в этом случае частоту повторения импульсов указывать не требуется.

Примечание. Для потерь в сердечнике существенными параметрами импульса напряжения являются амплитуда и длительность импульса, поскольку они определяют изменение и скорость измерения магнитной индукции. Скорость изменения магнитной индукции определяет потерю от вихревых токов в сердечнике.

7.3. Дополнительная информация о сердечниках (см. также п. 4.6).

7.3.1. Потери в сердечнике — по ГОСТ 29004, п. 11.2.

Предельное значение потерь в сердечнике для данной формы импульса должно приводиться в виде графической зависимости ее от интеграла напряжения или изменения магнитного потока с длительностью импульса (t_d) и температурой в качестве параметров.

7.3.2. Коэффициент индуктивности — по ГОСТ 29004, разд. 7.

Номинальное значение и допуск на коэффициент начальной индуктивности при условии синусоидального намагничивания должны указываться при определенных температуре и частоте.

7.3.3. Предельное значение произведения напряжения на время — по ГОСТ 29004, п. 16.7.3.

Предельное значение произведения напряжения на время следует указывать вместе со связанной с ним нелинейностью намагничивающего тока.

7.3.4. Коэффициент импульсной индуктивности при предельном значении произведения напряжения на время — по ГОСТ 29004, п. 16.8.

Указывают номинальное значение коэффициента импульсной индуктивности, соответствующее предельному значению произведения напряжения на время, оговоренному в п. 7.3.3.

7.4. Механические требования

Требуется указывать механическое усилие, которое может выдерживать сердечник без разрушения, и способ приложения этого усилия.

Примечание. У сердечников, состоящих из двух и более частей, это усилие возникает от зажимного приспособления, и при проверке прикладывается таким же образом, как в зажимном приспособлении.

7.5. Форма справочного листа

Требования не указаны.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ В СПРАВОЧНЫХ ЛИСТАХ НА БРОНЕВЫЕ СЕРДЕЧНИКИ

1. Размеры (п. 5.5.1)

Размеры приводят в соответствии с Публикацией МЭК 133*.

2. Сжатие сердечника (п. 5.5.3)

Равномерное распределение сжимающего усилия по контактирующим поверхностям, исключающее возникание изгибающих напряжений в деталях сердечника, можно получить с помощью двух колец из эластичного, но не слишком мягкого материала. После приложения сжимающего усилия кольца должны иметь следующие размеры:

- внутренний диаметр не менее максимального внутреннего диаметра броневого сердечника d_2 (Публикация МЭК 133);
- наружный диаметр, равный наружному диаметру броневого сердечника d_1 (Публикация МЭК 133).

При приложении сжимающего усилия надо следить за тем, чтобы эластичные кольца располагались концентрично по отношению к частям броневого сердечника.

Перед сжатием части сердечника необходимо центрировать по центральному отверстию, принимая во внимание обозначения, показывающие взаимное расположение частей относительно друг друга, если таковые имеются. Если возможно взаимное перемещение частей сердечника, то надо выбрать такое их расположение, которое соответствует максимальной индуктивности.

3. Измерительные катушки (п. 5.5.3)

По вопросу об измерительных катушках для броневых сердечников международное согласие не достигнуто.

4. Механические испытания

4.1. Испытание на сжимающую нагрузку

Усилие, вдвое превосходящее допустимое сжимающее усилие, должно прикладываться к наружному кольцу броневого сердечника в течение 1 мин. Это усилие должно быть равномерно распределено по контактирующим поверхностям с помощью двух колец, как описано в п. 2 настоящего приложения.

4.2. Регулирующие устройства

Броневые сердечники с регулирующими устройствами резьбового типа должны выдерживать следующие испытания без повреждения сердечника или регулирующего устройства:

1) заданное усилие прикладывают в аксиальном направлении к фиксированной части регулирующего устройства;

2) заданный крутящий момент прикладывают к подстроечнику, находящемуся полностью во ввернутом положении.

---

* До прямого применения международного стандарта МЭК в качестве государственного стандарта рассылку стандарта МЭК на русском языке осуществляет ВНИИ «Электронстандарт».

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

1. Для вновь разрабатываемых изделий, техническое задание на разработку которых утверждено после 01.01.92, срок введения стандарта устанавливают с 01.01.92.

2. Для серийно выпускаемых изделий срок введения стандарта устанавливают согласно планам-графикам по мере оснащения предприятий специальным технологическим оборудованием, средствами испытаний и измерений.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН Министерством электронной промышленности СССР

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 07.05.91 № 648

3. Стандарт подготовлен методом прямого применения международного стандарта МЭК 367-2—74 «Сердечники для катушек индуктивности и трансформаторов, используемых в аппаратуре дальней связи. Часть 2. Руководство по составлению технических условий» и полностью ему соответствует

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Раздел, подраздел, пункт, приложение, в которых приведена ссылка	Обозначение соответствующего международного стандарта	Обозначение отечественного НТД, на который дана ссылка
3.1, 3.4	МЭК 50	—
Приложение 1	МЭК 133	—
3.4, 3.4.4, 3.4.5, 6.3.5	МЭС, глава 901	—
5.3.1, 3.4.5, 4.6	МЭК 205—66	ГОСТ 28899—91
3.1	МЭК 125—66	—
3.2.1, 4.3, 4.4, 5.1.4, 5.2.1—5.2.6, 5.3.1—5.3.3, 5.5.3, 6.1.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.3.2—6.3.4, 6.5.1, 6.5.3, 7.1.3, 7.2.1, 7.2.2, 7.3.1—7.3.4	МЭК 367-1—82	ГОСТ 29004—91
5.5.2, 6.5.2	МЭК 401—72	—

5. Замечания к внедрению стандарта

Техническое содержание

Стандарт МЭК 367-2—74 «Сердечники для трансформаторов и катушек индуктивности, используемых в аппаратуре дальней связи. Часть 2. Руководство по составлению технических условий» принимается для использования в соответствии с областью распространения, указанной в разд. 1, со следующим уточнением.

Стандартом следует руководствоваться без изменений для вновь разрабатываемых изделий, техническое задание на разработку которых утверждено после 01.01.92 г.

6. ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2004 г.

Редактор *В.П. Огурцов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 12.08.2004. Подписано в печать 29.09.2004. Усл. печ. л. 2,32.
Уч.-изд. л. 1,75. Тираж 73 экз. С 4107. Зак. 848.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru