ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59608.3— 2021 (ИСО 9211-3: 2008)

Оптика и фотоника

ПОКРЫТИЯ ОПТИЧЕСКИЕ

Часть 3

Классификация по стойкости к воздействию внешних факторов и методы испытаний

(ISO 9211-3:2008, Optics and photonics — Optical coatings — Part 3: Environmental durability, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт физической оптики, оптики лазеров и информационных оптических систем Всероссийского научного центра «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» (ФГУП «НИИФООЛИОС ВНЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 296 «Оптика и фотоника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 октября 2021 г. № 1112-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 9211-3:2008 «Оптика и фотоника. Оптические покрытия. Часть 3. Стойкость к воздействию окружающей среды» (ISO 9211-3:2008 «Optics and photonics — Optical coatings — Part 3. Environmental durability», MOD) путем изменения ссылок, исключения отдельных положений, которые дублируются по тексту стандарта, введения библиографии.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет особенностей российской национальной стандартизации и целесообразности использования ссылочных национальных стандартов вместо ссылочных международных стандартов. При этом дополнительные ссылки, внесенные изменения и дополнения выделены в тексте курсивом.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2008
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Оптика и фотоника

ПОКРЫТИЯ ОПТИЧЕСКИЕ

Часть 3

Классификация по стойкости к воздействию внешних факторов и методы испытаний

Optics and photonics. Optical coatings. Part 3. Classification by resistance to external factors and test methods

Дата введения — 2022—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на оптические покрытия, наносимые на оптические элементы (элементы), и устанавливает их классификацию по стойкости к воздействию внешних факторов (*ВФ*). Настоящий стандарт содержит рекомендации по применению соответствующих методов испытаний, сведения о которых приведены в ГОСТ Р ИСО 9211-4 и *[1]*.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р ИСО 9211-4 Оптика и оптические приборы. Покрытия оптические. Часть 4. Специальные методы испытаний

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Классификация оптических покрытий

3.1 Категории оптических покрытий

Оптические покрытия подразделяют на пять категорий в зависимости от условий эксплуатации элементов. Для каждой категории оптических покрытий устанавливают соответствующие методы и параметры (значения *ВФ*) испытаний. Категории оптических покрытий в порядке возрастания жесткости условий эксплуатации приведены ниже.

Издание официальное

Категория А

К категории А относят оптические покрытия, наносимые на встраиваемые элементы, предназначенные для эксплуатации внутри герметичных блоков. Любые манипуляции с компонентами осуществляют с особой осторожностью в защищенной среде в контролируемых условиях. Физический контакт с оптическим покрытием не допускается.

Категория В

К категории В относят оптические покрытия, наносимые на элементы, предназначенные для эксплуатации в контролируемых условиях окружающей среды и при воздействии конкретных *ВФ*. Такие *ВФ* включают в себя мягкое истирание, например при тщательно контролируемой (регламентируемой) очистке.

Категория С

К категории С относят оптические покрытия, наносимые на элементы, предназначенные для эксплуатации в нормальных условиях окружающей среды и подвергаемые очистке без приложения сильных воздействий, исключающих истирание и появление царапин.

Категория D

К категории D относят оптические покрытия, наносимые на элементы, предназначенные для эксплуатации в жестких условиях окружающей среды и подвергаемые очистке с приложением сильных воздействий с риском сильного истирания и появления царапин.

Категория О

К категории О относят оптические покрытия, наносимые на элементы, для которых в нормативном документе устанавливают специальные конкретные требования. Если оптические покрытия не соответствуют требованиям, установленным для категорий А—D, то рекомендуется сначала указать категорию покрытия, для которой удовлетворяется большинство требований. Затем приводят специальные требования, которые могут быть установлены для покрытий других категорий, или указывают интенсивность нагрузки.

Пример — Категория С; истирание, влажность: категория В; адгезия: 03.

3.2 Условия эксплуатации и хранения

В таблице 1 указаны значения температур хранения элементов с нанесенными оптическими покрытиями. Хранение и эксплуатацию некоторых типов элементов с нанесенными оптическими покрытиями, например точные спектральные фильтры, следует осуществлять при определенных температурах окружающей среды. Требования к диапазону температур эксплуатации и хранения должны быть установлены в нормативном документе на элемент с оптическим покрытием конкретного типа.

3.3 Зависимость категории покрытия от подложки

В настоящем стандарте категории установлены для оптических покрытий, нанесенных на элемент (подложку).

Например, оптическое покрытие категории С, нанесенное на подложку из стекла, может не соответствовать данной категории, если оно нанесено на подложку из нетвердого материала. Соответствие оптического покрытия той или иной категории подтверждают дополнительными испытаниями на стойкость к воздействию дождя, влажности, высокой (низкой) температуры и соляному туману.

3.4 Комбинации оптических элементов

Настоящий стандарт не распространяется на склеенные комбинации оптических элементов. Стойкость к воздействию *ВФ* комбинации «подложка—покрытие—клеевой слой—подложка» зависит от свойств клея и материалов, используемых для их изготовления, например: коэффициенты теплового расширения могут быть различными у двух и более задействованных компонентов комбинации.

4 Методы испытаний

Стойкость оптических покрытий к воздействию *ВФ* оценивают по результатам испытаний, полученных различными методами. Рекомендуемые методы испытаний оптических покрытий для определения стойкости к воздействию *ВФ* в условиях эксплуатации приведены в таблице 1. Параметры методов испытаний, указанные в таблице 1, допускается корректировать в зависимости от свойств подложки.

Методы испытаний, приведенные в таблице 1, не являются комбинированными и могут быть проведены по отдельности.

Для методов испытаний, приведенных в таблице 1, в соответствующих случаях указаны интенсивности нагрузки. Интенсивность нагрузки выражена в виде числа: чем больше интенсивность нагрузки, тем большее число ей соответствует. В описании метода испытания приведена краткая информация; более полная информация о методе испытания — в соответствующем документе. Метод испытания должен быть согласован между изготовителем и потребителем и установлен в нормативном документе на элемент конкретного типа.

По результатам испытания, выполненного по принципу «один тип испытания на одном образце», можно получить информацию о конкретном свойстве оптического покрытия, которая может быть полезна изготовителю элемента конкретного типа. Оптические покрытия в процессе эксплуатации могут подвергаться воздействию различных *ВФ*, которые можно смоделировать в виде комплекса испытаний, проводимых в определенной последовательности. При этом должны быть установлены общие параметры такого комплекса испытаний. Параметры испытаний, приведенные в таблице 1, без указания категории оптического покрытия рекомендуется применять для испытаний оптических покрытий категории О и согласовывать между изготовителем и потребителем.

Таблица 1 — Методы испытаний оптических покрытий на стойкость к воздействию *ВФ*

ВФ	Интенсивность нагрузки	Описание метода испытания	Категория покрытия					Стандарт на метод испытания[a]
			A	B	C	D	O	
1 Истирание	01	50 проходов батистовой салфеткой	–	x			–	ГОСТ Р ИСО 9211-4
	02	100 проходов батистовой салфеткой			x			
	03	20 проходов ластиком				x		
	04	40 проходов ластиком						
2 Адгезия	01	Медленное удаление ленты	–	x	x	x	–	ГОСТ Р ИСО 9211-4
	02	Быстрое удаление ленты						
	03	Удаление ленты рывком						
	—	Перекрестная штриховка						
3 Пыль/песок	01—03	Подвергают воздействию запыленным воздухом со скоростью от 8 до 10 м/с при температуре от 18 °С до 28 °С и относительной влажности воздуха менее 25 % в течение 6 ч. Концентрация пыли составляет от 5 до 15 г/м^3, распределение частиц пыли по размерам: от 140 до 100 мкм, от 100 до 71 мкм, от 71 до 45 мкм, менее 45 % (по массе) 2, 8,15, 75. Содержание диоксида кремния SiO_2 более 97 %	–	–	–	–	–	*[2]*
4 Растворимость	01	Погружают в дистиллированную или деионизированную воду при температуре (23 ± 2) °С на 6 ч	–	–	x		–	ГОСТ Р ИСО 9211-4
	02	Погружают в дистиллированную или деионизированную воду при температуре (23 ± 2) °С на 24 ч				x		
	03	Погружают в дистиллированную или деионизированную воду при температуре (23 ± 2) °С на 96 ч						
	04	Погружают в соленую (NaCl 45 г/л) воду при температуре (23 ± 2) °С на 6 ч						
	05	Погружают в соленую (NaCl 45 г/л) воду при температуре (23 ± 2) °С на 24 ч				x		

Продолжение таблицы 1

ВФ	Интенсивность нагрузки	Описание метода испытания	Категория покрытия					Стандарт на метод испытания[a]
			A	B	C	D	O	
	06	Погружают в соленую (NaCl 45 г/л) воду при температуре (23 ± 2) °С на 96 ч	—	—	x	x	—	ГОСТ Р ИСО 9211-4
	07	Погружают в кипящую дистиллированную или деионизированную воду на 5 мин						
	08	Погружают в кипящую дистиллированную или деионизированную воду на 15 мин						
	09	Погружают в кипящую соленую (NaCl 45 г/л) воду на 5 мин						
	10	Погружают в кипящую соленую (NaCl 45 г/л) воду на 15 мин						
	11	Погружают в кипящую соленую (NaCl 45 г/л) воду на 60 мин						
	12	Погружают в кипящую дистиллированную или соленую (NaCl 45 г/л) воду на 2 мин. Затем погружают в дистиллированную воду комнатной температуры на 1 мин						
5 Повышенная температура и повышенная влажность (влажное тепло) окружающей среды	06	Подвергают воздействию относительной влажности воздуха от 90 % до 95 % при температуре (55 ± 2) °С в течение 6 ч	—	x	x	x	—	*[3]*
	07	Подвергают воздействию относительной влажности воздуха от 90 % до 95 % при температуре (55 ± 2) °С в течение 16 ч						
	03	Подвергают воздействию относительной влажности воздуха от 90 % до 95 % при температуре (40 ± 2) °С в течение 240 ч						

Продолжение таблицы 1

ВФ	Интенсивность нагрузки	Описание метода испытания	Категория покрытия					Стандарт на метод испытания[a]
			A	B	C	D	O	
6 Пониженная температура окружающей среды	05	Подвергают воздействию температуры минус (25 ± 3) °С в течение 16 ч	x				—	*[3]*
	07	Подвергают воздействию температуры минус (35 ± 3) °С в течение 16 ч		x	x			
	09	Подвергают воздействию температуры минус (55 ± 3) °С в течение 16 ч				x		
		Скорость изменения температуры должна быть менее 3 °С/мин						
7 Повышенная температура и пониженная влажность (сухое тепло) окружающей среды	03	Подвергают воздействию относительной влажности воздуха ниже 40 % при температуре (55 ± 2) °С в течение 16 ч	x				—	*[3]*
	05	Подвергают воздействию относительной влажности воздуха ниже 40 % при температуре (70 ± 2) °С в течение 6 ч		x	x			
	06	Подвергают воздействию относительной влажности воздуха ниже 40 % при температуре (85 ± 2) °С в течение 6 ч				x		
		Скорость изменения температуры должна быть менее 5 °С/мин						
8 Медленное изменение температуры	02	От минус (25 ± 3) °С до плюс (55 ± 2) °С	—	x			—	*[3]*
	05	От минус (35 ± 3) °С до плюс (63 ± 2) °С			x			
	07	От минус (50 ± 3) °С до плюс (70 ± 2)°С				x		
		Скорость изменения температуры испытательной камеры – между 0,2 и 2,0 °С/мин						

Продолжение таблицы 1

ВФ	Интенсивность нагрузки	Описание метода испытания	Категория покрытия					Стандарт на метод испытания[a]
			A	B	C	D	O	
9 Соляной туман	–	Подвергают воздействию соляного тумана с температурой распыления (35 ± 2) °С в течение 24 ч Солевой раствор (концентрация (5 ± 1) %, pH от 6,5 до 7,2) нагнетают сжатым воздухом (от 0,4 × 10^5 Па до 1,7 × 10^5 Па) от 0,5 мл/ч до скорости выпадения осадков 3,0 мл/ч на 80 $см^2$	—	—	—	X	—	*[4]*[b]
10 Солнечная радиация	01	Подвергают облучению в условиях деозонированной атмосферы при температуре от (25 ± 2) °С до (55 ± 2) °С в течение 72 ч Интенсивность падающего излучения на поверхности образца составляет (1 ± 0,1) $кВт/м^2$ Источник излучения и спектральное распределение энергии	—	—	—	—	—	*[5]*
11 Обледенение	01 и 02	Подвергают последовательному воздействию атмосферного воздуха (метод подготовки 77): шаг 1. Начальная температура — минус (15 ± 3) °С шаг 2. Температура обледенения — минус (5 ± 2) °С шаг 3. Температура и влажность размораживания: (30 ± 2) °С и относительная влажность воздуха от 80 % до 95 %	—	—	—	—	—	*[6]*
12 Стойкость к воздействию химических сред		Погружают в следующие вещества для соответствующих испытаний (метод подготовки 87):						
12-1 Стойкость к кислотам	01-04	1) серная кислота H_2SO_4 2) азотная кислота HNO_3	—	—	—	—	—	*[7]*
12-2 Стойкость к щелочам	01-04	1) гидроксид калия KOH						

Окончание таблицы 1

ВФ	Интенсивность нагрузки	Описание метода испытания	Категория покрытия					Стандарт на метод испытания[a]
			A	B	C	D	O	
12-3 Стойкость к растворителям	01	1) ацетон CH_3COCH_3	—	x	x	x	—	*[7]*
	01	2) этанол C_2H_5OH		x	x	x		
	02-04	1) ацетон CH_3COCH_3						
	02-04	2) этанол C_2H_5OH						
13 Стойкость к образованию плесени [c]	01	Опрыскивают споровой смесью Количество спор в суспензии — (1 000 000 ± 200 000)/мл Температурно-влажностные условия: (29 ± 1) °С, относительная влажность (96 ± 2) %. Количество спор на поверхности испытуемого изделия — (15 000 ± 3000)/см^2 Продолжительность испытания — 28 сут Испытательные грибы должны быть указаны	—	—	—	—	—	*[8]*
14[d]	–	–	–	–	–	–	–	–

[a] Рекомендуется применять указанный стандарт, если не указано иное.

[b] Время воздействия *ВФ* с любой интенсивностью нагрузки приведено в *[4]*.

[c] Образование плесени (грибка): параметры испытания следует задавать в части стойкости покрытия к повреждению плесенью, а не предотвращения роста плесени.

[d] Допускается применять дополнительные испытания на стойкость к воздействию ВФ в зависимости от области применения оптических покрытий, например: воздействие дождя/эрозия, истирание песчаной суспензией, коррозия при воздействии газов, жидкостей и т. д.

Приложение А
(справочное)

Примеры последовательностей испытаний оптических покрытий категорий A, B, C и D

Таблица А.1 — Пример последовательности испытаний оптических покрытий категории А (применяют один испытуемый образец)

Этап	Метод испытания (см. таблицу 1)	Наименование испытания	Интенсивность нагрузки	Образец № 1
1	6	Пониженная температура окружающей среды	05	x
2	7	Повышенная температура и пониженная влажность (сухое тепло) окружающей среды	03	x

Таблица А.2 — Пример последовательности испытаний оптических покрытий категории В (применяют два испытуемых образца)

Этап	Метод испытания (см. таблицу 1)	Наименование испытания	Интенсивность нагрузки	Образец № 1	Образец № 2
1	2	Адгезия	01	x	x
2	1	Истирание	01	x	—
3	6	Пониженная температура окружающей среды	07	—	x
4	7	Повышенная температура и пониженная влажность (сухое тепло) окружающей среды	05	—	x
5	5	Повышенная температура и повышенная влажность (влажное тепло) окружающей среды	06	—	x
6	8	Медленное изменение температуры	02	—	x
7	12-3	Стойкость к растворителям	01	x	—
8	2	Адгезия	01	x	x

Таблица А.3 — Пример последовательности испытаний оптических покрытий категории С (применяют три испытуемых образца)

Этап	Метод испытания (см. таблицу 1)	Наименование испытания	Интенсивность нагрузки	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
1	2	Адгезия	02	x	x	x
2	1	Истирание	02	x	—	—
3	4	Растворимость	01	—	—	x
4	6	Пониженная температура окружающей среды	07	—	x	—
5	7	Повышенная температура и пониженная влажность (сухое тепло) окружающей среды	05	—	x	—
6	5	Повышенная температура и повышенная влажность (влажное тепло) окружающей среды	07	—	x	—
7	8	Медленное изменение температуры	05	—	x	—
8	12-3	Стойкость к растворителям	01	x	—	—
9	2	Адгезия	02	x	x	x

Таблица А.4 — Пример последовательности испытаний оптических покрытий категории D (применяют четыре испытуемых образца)

Этап	Метод испытания (см. таблицу 1)	Наименование испытания	Интенсивность нагрузки	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
1	2	Адгезия	02	x	x	x	x
2	1	Истирание	03	x	—	—	—
3	4	Растворимость	02	—	—	x	—
4			05	—	—	x	—
5			08	—	—	x	—
6			09	—	—	x	—
7	6	Пониженная температура окружающей среды	09	—	x	—	—
8	7	Повышенная температура и пониженная влажность (сухое тепло) окружающей среды	06	—	x	—	—
9	5	Повышенная температура и повышенная влажность (влажное тепло) окружающей среды	03	—	x	—	—
10	8	Медленное изменение температуры	07	—	x	—	—
11	9	Соляной туман	–	—	—	—	x
12	12-3	Стойкость к растворителям	01	x	—	—	—
13	2	Адгезия	02	x	x	x	x

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р ИСО 9211-4—2016	IDT	ISO 9211-4:2012 «Оптика и оптические приборы. Оптические покрытия. Часть 4. Специальные методы испытаний»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1] ИСО 9022-1:2016 *Оптика и оптические приборы. Методы испытаний стойкости к воздействию окружающей среды. Часть 1. Определения, тестирование степени воздействия (Optics and optical instruments — Environmental test methods — Part 1: Definitions, extent of testing)*

[2] ИСО 9022-6:2015 *Оптика и оптические приборы. Методы испытаний стойкости к воздействию окружающей среды. Часть 6. Пыль (Optics and optical instruments — Environmental test methods — Part 6: Dust)*

[3] ИСО 9022-2:2015 *Оптика и оптические приборы. Методы испытаний стойкости к воздействию окружающей среды. Часть 2. Холод, тепло и влажность (Optics and optical instruments — Environmental test methods — Part 2: Cold, heat and humidity)*

[4] ИСО 9022-4:2014 *Оптика и оптические приборы. Методы испытаний стойкости к воздействию окружающей среды. Часть 4. Солевой туман (Optics and optical instruments — Environmental test methods — Part 4: Salt mist)*

[5] ИСО 9022-9:2016 *Оптика и оптические приборы. Методы испытаний стойкости к воздействию окружающей среды. Часть 9. Солнечное излучение (Optics and optical instruments — Environmental test methods — Part 9: Solar radiation)*

[6] ИСО 9022-14:2015 *Оптика и оптические приборы. Методы испытаний стойкости к воздействию окружающей среды. Часть 14. Роса, иней, лед (Optics and optical instruments — Environmental test methods — Part 14: Dew, hoarfrost, ice)*

[7] ИСО 9022-12:2015 *Оптика и оптические приборы. Методы испытаний стойкости к воздействию окружающей среды. Часть 12. Загрязнения (Optics and optical instruments — Environmental test methods — Part 12: Contamination)*

[8] ИСО 9022-11:2015 *Оптика и оптические приборы. Методы испытаний стойкости к воздействию окружающей среды. Часть 11. Плесень (Optics and optical instruments — Environmental test methods — Part 11: Mould growth)*

УДК 681.7:006.354 ОКС 37.020

Ключевые слова: оптика и фотоника, покрытия оптические, классификация по стойкости к воздействию внешних факторов, методы испытаний

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.Н. Ментова*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 13.10.2021. Подписано в печать 19.10.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч-изд. л. 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта
Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru