ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ВАТТМЕТРЫ ВОЛНОВОДНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ МАЛОЙ МОЩНОСТИ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 5,64—37,5 ГГц

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

ГОСТ 8.397—80

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ

В. Д. Фрумкин (руководитель темы), **В. Г. Чуйко, А. В. Мыльников**

ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам

Член Госстандарта **Л. К. Исаев**

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 июля 1980 г. № 3912

УДК 621.317.784.089.6:006.354 Группа Т.88.7

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Государственная система обеспечения единства измерений

ВАТТМЕТРЫ ВОЛНОВОДНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ МАЛОЙ МОЩНОСТИ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 5,64—37,5 ГГц

Методы и средства поверки

State system for ensuring the uniformity of measurements
Waveguide puise low-power meters at frequency range 5,64—37,5 GHz.
Methods and means of verifications

ГОСТ 8.397—80

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 июля 1980 г. № 3912 срок введения установлен

с 01.01 1982 г.

На ящий стандарт распространяется на волноводные импульсн е ваттметры малой мощности в диапазоне частот 5,64—37,5 ГГц (далее — ваттметры), предназначенные для измерения пиковой мощности импульсно-модулированных колебаний, классов точности 6, 10, 15 и 25, выпускаемые по ГОСТ 13605—75, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

внешний осмотр (п. 4.1);

опробование (п. 4.2);

определение метрологических параметров (п. 4.3);

определение коэффициента стоячей волны $K_{ст\,v}$ на входе ваттметра поглощаемой мощности (п. 4.3.1);

определение модуля эффективного коэффициента отражения $|\Gamma_э|$ на выходе ваттметров проходящей мощности (п. 4.3.2);

определение основной погрешности δ поверяемого ваттметра (п. 4.3.3).

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в табл. 1.

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1980

Таблица 1

Наименования средства поверки	Тип	Нормативно-техническая характеристика
Высокочастотные генераторы сигналов	Г4—82, Г4—83	Диапазон частот 5,6—10,5 ГГц, мощность 10^{-5}—10^{-3} Вт, нестабильность частоты $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ f за 15 мин.
	Г4—111, Г4—115, Г4—114	Диапазон частот 6,0—37,5 ГГц, мощность 5 мВт, нестабильность частоты 10^{-4} f за 15 мин.
Волноводные измерительные линии	Р1—27, Р1—28, Р1—29, Р1—30, Р1—31 Р1—21, Р1—20, Р1—19, Р1—18А, Р1—12А	Диапазон частот 6,85—37,5 ГГц, $K_{ст\ V} < 1{,}03$, погрешность 6%
Поляризационные измерители полных сопротивлений	Р3—42, Р3—41, Р3—40	Диапазон частот 5,64—12,05 ГГц, погрешность 4%
Микроамперметр	М—95А	Погрешность 1%
Волноводные вентили	Э6—42, Э6—43, Э6—44, Э6—45, Э6—46	Диапазон частот 5,64—25,86 ГГц
Осциллограф	С1—65	Чувствительность 5 мВ/дел.
Образцовый термисторный мост	МТ—3	Пределы измерения 10—10000 мкВт, погрешность 0,5%
Ваттметр	М3—22	Пределы измерения 6—6000 мкВт, погрешность термисторного моста: $\pm(0{,}5+\frac{0{,}5A+50}{P})$ %
Образцовые преобразователи мощности	М5—40, М5—41, М5—42, М5—43, М5—44, М5—45	Диапазон частот 5,64—37,5 ГГц, погрешность 2%
Волноводный компаратор импульсной мощности	М1—3	Диапазон частот 5,64—37,5 ГГц, погрешность 1,6%
Волноводные поляризационные аттенюаторы	Д3—27, Д3—32А, Д3—33А, Д3—34А, Д3—35А, Д3—36А	Диапазон частот 5,64—37,5 ГГц, погрешность 0,01—0,005 дБ

Продолжение табл. 1

Наименование средства поверки	Тип	Нормативно-техническая характеристика
Электронно-счетный частотомер	Ч3—38 с блоками, Я3Ч—42, Я3Ч—43	Диапазон частот 0,1—10 ГГц
Преобразователь частоты сигналов	Ч5—13	Диапазон частот 10—70 ГГц
Цифровой универсальный вольтметр	В7—18	Пределы измерения 10^{-6}—10^{3} В, погрешность 0,05%
Волноводные образцовые *преобразователи проходящей* мощности	М1—6, М1—7, М1—8, М1—9, М1—10, М1—11	Пределы измерения 10^{-4}—10^{-2} Вт, *погрешность* 2,5% (*для 1-го разряда* — 1,2%), диапазон частот 5,64—37,5 ГГц

2.2. Допускается применять другие, вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной или, с их разрешения, ведомственной метрологической службы и удовлетворяющие по точности требованиям настоящего стандарта.

2.3. При определении $K_{ст\,v}$ применяют средства измерений, погрешность которых должна быть не более:

4% — для ваттметров классов точности 6; 10,0;

6% — для ваттметров классов точности 15,0; 25,0.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия по ГОСТ 22261—76 и нормативно-технической документации (далее — НТД) на прибор конкретного типа.

3.2. Приборы должны быть полностью укомплектованы в соответствии с НТД на прибор конкретного типа.

3.3. Средства поверки должны быть подготовлены к работе в *соответствии с НТД на приборы конкретного типа.*

3.4. Погрешность установки частоты заполнения радиоимпульсов не должна превышать 0,1%.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре следует установить:

исправность фланцев первичного преобразователя;

отсутствие механических повреждений на поверяемом ваттметре.

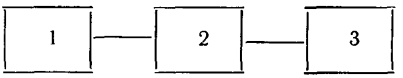
4.2. Опробование

4.2.1. При опробовании проверяют: возможность установки приборов на нулевую отметку при помощи нуль-корректоров при выключенном питании; четкость фиксации переключателей и возможность установки стрелочного (цифрового) указателя на нулевую отметку при включенном питании.

4.2.2. Номинальное значение калибровочного сигнала устанавливают на всех шкалах, на которых предусмотрена калибровка.

4.2.3. При повторных переключениях пределов измерений, при изгибе соединительных кабелей и шлангов питания (за исключением тракта СВЧ) показания прибора должны быть неизменными.

4.2.4. Опробование проводят с каждым преобразователем на одной частоте его диапазона, на одном пределе, а на остальных пределах — на одной частоте любого из преобразователей в соответствии с НТД на ваттметр конкретного типа по схеме, приведенной на черт. 1.



1—генератор СВЧ в режиме импульсной модуляции, *2*—развязывающий аттенюатор, *3*—поверяемый ваттметр

Черт. 1

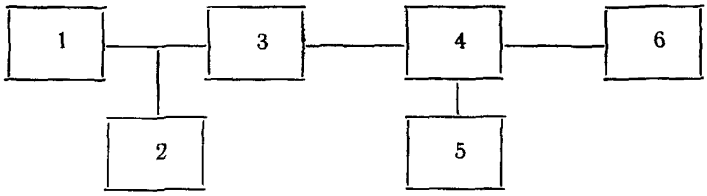
4.3. Определение метрологических параметров

Метрологические параметры определяют на частотах, соответствующих началу и концу диапазона (поддиапазона), и промежуточных частотах, кратных: 500 МГц в диапазоне измерения 5,64—17,44 ГГц и 2 ГГц в диапазоне измерения 17,44—37,5 ГГц. Число промежуточных частот должно быть минимальным и таким, чтобы разность между действительным значением частотного коэффициента на любой частоте и его значением, определяемым интерполяцией по значениям на ближайших калибровочных точках, не превышала $^1/_2$ основной погрешности поверяемого прибора.

4.3.1. *Определение коэффициента стоячей волны $K_{ст\,v}$ на входе ваттметра поглощаемой мощности*

Определение $K_{ст\,v}$ проводят с каждым преобразователем, входящим в комплект поверяемого ваттметра, при всех вариантах его соединения с высокочастотными переходами, аттенюаторами, кабелями и трансформаторами сопротивлений в тракт СВЧ, предусмотренных НТД на прибор конкретного типа, по схеме, приведенной на черт. 2, на частотах, указанных в п. 4.3.

В технически обоснованных случаях допускается проверка $K_{ст\,v}$ дополнительных узлов (аттенюаторов, кабелей) отдельно от преобразователей.



1—генератор СВЧ; *2*—частотомер; *3*—развязывающий аттенюатор и ферритовый вентиль; *4*—измерительная линия; *5*—индикатор измерительной линии, *6*—поверяемый ваттметр

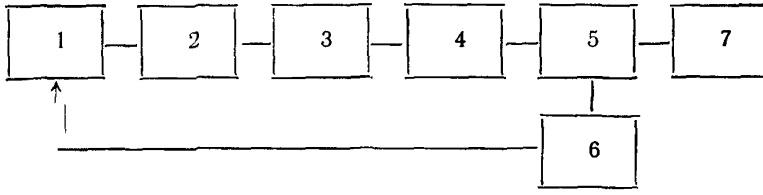
Черт. 2

$K_{ст\ у}$ на каждой из частот не должен превышать значений, указанных в НТД на прибор конкретного типа.

4.3.2. *Определение модуля эффективного коэффициента отражения* $|\Gamma_э|$ *на выходе ваттметра проходящей мощности*

При работе поверяемого ваттметра в режиме непрерывной генерации (НГ) определение $|\Gamma_э|$ проводят одним из методов, приведенных в ГОСТ 8.392—80.

При работе поверяемого ваттметра только в режиме импульсной модуляции (далее — ИМ), определение $|\Gamma_э|$ проводят по схеме, приведенной на черт. 3.



1—генератор СВЧ; *2*—развязывающий аттенюатор или ферритовый вентиль; *3*—регулируемый аттенюатор, *4*—поверяемый ваттметр; *5*—измерительная линия; *6*—компаратор импульсной мощности; *7*—подвижный короткозамыкатель

Черт. 3

В качестве индикатора неизменности уровня мощности применяют измерительную линию с компаратором М1—3.

Короткозамыкатель следует перемещать последовательно через 0,05—0,06 λ_g (λ_g — длина волны в волноводе) в интервале 0—0,6 λ_g и изменять фазу коэффициента отражения на 18—20°. При этом зонд измерительной линии помещают в максимуме стоячей волны. Постоянства сигнала на индикаторе измерительной линии достигают регулировкой аттенюатора. Показание с индикатора поверяемого прибора a снимают при каждом положении короткозамыкателя. Затем значения $|\Gamma_э|$ вычисляют по формуле

$$|\Gamma_э| = \frac{a_{max} - a_{min}}{a_{max} + a_{min}} \cdot \frac{1}{2|\Gamma_н|}, \qquad (1)$$

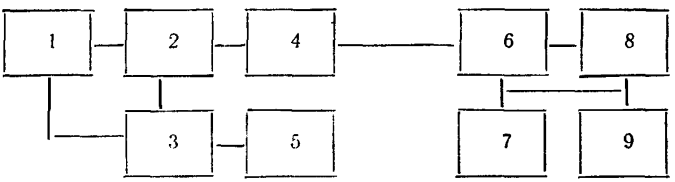
где a_{min} и a_{max} — соответственно минимальное и максимальное показания поверяемого прибора, Вт;

$|\Gamma_н|$ — модуль коэффициента отражения короткозамыкателя, $\Gamma_н = 1$.

Результаты измерения заносят в таблицу, форма которой приведена в рекомендуемом приложении.

4.3.3. *Определение основной погрешности δ поверяемого прибора*

В режиме импульсной модуляции генератора СВЧ устанавливают частоту повторения и длительности радиоимпульсов в соответствии с НТД на прибор конкретного типа. При этом, если погрешность их установки специально не указана, то частоту и длительность импульса (на уровне 0,5 амплитуды) определяют по экрану осциллографа путем наблюдения радиоимпульса продетектированного преобразователем (см. черт. 4).



1—генератор СВЧ, *2*—детекторный преобразователь компаратора импульсной мощности, *3*—компаратор импульсной мощности, *4*—вентиль; *5*—осциллограф, *6*—калибратор мощности, *7*—термисторный мост, *8*—поверяемый ваттметр; *9*—вольтметр

Черт. 4

Форму огибающей радиоимпульса наблюдают на экране осциллографа или определяют по показаниям компаратора при плавном изменении задержки выборки в пределах длительности импульса. Форма должна быть прямоугольной с неравномерностью вершины не более 20%.

При поверке пиковых ваттметров находят временной интервал, в котором импульсная мощность максимальна, и который превышает минимальную длительность импульсов. Регулировкой задержки выборки компаратора устанавливают выборку в пределах найденного интервала.

Основную погрешность поверяемого прибора в процентах, отградуированного в единицах падающей мощности, определяют по формуле

$$\delta = \left(\frac{P_{пов}}{P_o} - 1 \right), \qquad (2)$$

где $P_{пов}$ — мощность поверяемого прибора, Вт;

P_o — мощность образцового прибора, Вт.

4.3.3.1. Основную погрешность поверяемого ваттметра поглощаемой мощности определяют при помощи установки по схеме, приведенной на черт. 4.

В режиме НГ устанавливают уровень мощности P_0 в соответствии с НТД на ваттметр конкретного типа по формуле

$$P_0 = \alpha P_м, \tag{3}$$

где α — коэффициент передачи калибратора,

$P_м$ — мощность по показаниям термисторного моста, Вт.

Определение мощности $P_м$ с более высокой точностью проводят при помощи цифрового вольтметра, подключенного параллельно рабочему термистору, по формуле

$$P_м = \frac{U_1^2 - U_0^2}{R} \tag{4}$$

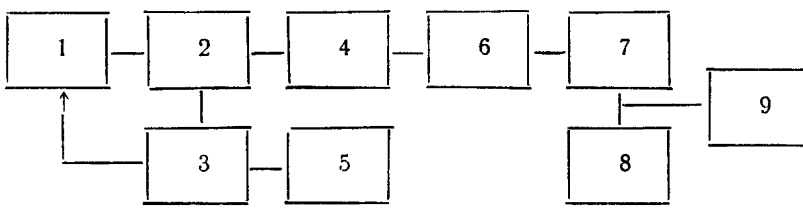
где U_1 — показания вольтметра при подаче мощности, В;

U_0 — показания вольтметра в отсутствии СВЧ сигнала, В;

R — рабочее сопротивление термистора, Ом.

Регулировкой уровня мощности генератора поддерживают показания компаратора постоянными; генератор переводят в режим ИМ и отсчитывают мощность по показаниям поверяемого прибора $P_{пов}$, в ваттах.

4.3.3.2. Определение основной погрешности ваттметра проходящей мощности проводят по схеме, приведенной на черт. 5.



1—генератор СВЧ; *2*—детекторный преобразователь компаратора импульсной мощности; *3*—компаратор импульсной мощности; *4*—вентиль; *5*—осциллограф; *6*—поверяемый ваттметр; *7*—первичный термисторный преобразователь; *8*—термисторный мост; *9*—вольтметр

Черт. 5

В режиме НГ уровень мощности P_0 устанавливают в соответствии с НТД на ваттметр конкретного типа.

$$P_0 = \frac{1}{\eta} P_м, \tag{5}$$

где η — коэффициент калибровки первичного термисторного преобразователя,

$P_м$ — мощность по показаниям термисторного моста, Вт.

Регулировкой уровня мощности генератора показания компаратора поддерживают постоянными, генератор переводят в режим

ИМ и отсчитывают показания поверяемого прибора $P_{пов}$ в ваттах.

Примечание. В пп. 4.3.3.1 и 4.3.3.2 допускается обратный порядок отсчета. $P_{пов}$ устанавливают в режиме ИМ, показания компаратора поддерживают постоянными; генератор переключают в режим НГ и по формулам (3)—(5) определяют уровень мощности P_0.

4.3.3.3. Основную погрешность определяют на частотах, указанных в п. 4.3, на пределе измерения, указанном в НТД на ваттметр конкретного типа, с каждым преобразователем в трех отметках шкалы, соответствующих 0,3; 0,5 и 0,9 значений предела измерения. При остальных пределах измерения, а также при крайних рабочих значениях длительности и частоты повторения импульсов основную погрешность определяют на частотах, указанных в НТД на прибор конкретного типа.

4.3.3.4. Основную погрешность на всех пределах измерений поверяемого ваттметра с неизменным характером шкалы определяют для каждого первичного измерительного преобразователя на частоте, при которой погрешность рассогласования минимальна, или на частоте калибровки.

Основную погрешность поверяемого прибора с одним из преобразователей допускается определять в последовательности, приведенной ниже.

На одном из пределов (например первом) при данной частоте (например f_1) определяют основную погрешность δ'_1 по формуле (2) в трех отметках шкалы: k, l и m— δ'_{1k}, δ'_{1l} и δ'_{1m}. Отклонение погрешности γ в двух отметках шкалы от погрешности в третьей вычисляют по формулам:

$$\gamma_k=\delta'_{1k}-\delta'_{1l};$$
$$\gamma_m=\delta'_{1m}-\delta'_{1l}. \qquad (6)$$

На той же частоте на i-м пределе измерения определяют основную погрешность δ^i_{1l} на отметке шкалы l и вычисляют основные погрешности δ^i_{1k} и δ^i_{1m} на отметках шкалы k и m соответственно и отклонение погрешности γ_l по формулам:

$$\delta^i_{1k}=\delta^i_{1l}-\gamma_k;$$
$$\delta^i_{1m}=\delta^i_{1l}-\gamma_m; \qquad (7)$$
$$\gamma_l=\delta^i_{1l}-\delta'_{1l}.$$

На другой частоте (например f_2) определяют основную погрешность δ'_{2l} на отметке шкалы l, а затем вычисляют основную погрешность на отметках шкалы k и m соответственно на всех пределах измерения по формулам:

$$\delta^i_{2l}=\delta'_{2l}+\gamma_i\,; \qquad (8)$$
$$\delta^i_{2k}=\delta^i_{2l}+\gamma_k;$$
$$\delta^i_{2m}=\delta^i_{2l}+\gamma_m.$$

Каждое из найденных значений основной погрешности поверяемого прибора не должно превышать значений, указанных в НТД на прибор конкретного типа.

4.4. Расчет погрешности поверки прибора Δ проводят на основании данных, полученных по методике, изложенной в п. 4.3.3 настоящего стандарта.

4.4.1. Расчет случайной погрешности поверки $\Delta_{сл}$ проводят по формуле

$$\Delta_{сл}=\left[\left(\frac{P_{пов}}{P_0}\right)_{max}-\left(\frac{P_{пов}}{P_0}\right)_{min}\right]\left(\frac{P_{пов}}{P_0}\right)_{ср}\mu_n, \qquad (9)$$

где μ_n — коэффициент, выбираемый в зависимости от числа наблюдений, из ряда

$n=3;\ 4;\ 5;\ 6;\ 8;\ 10;\ 15;\ 25$

$\mu_n=1{,}0;\ 0{,}73;\ 0{,}58;\ 0{,}48;\ 0{,}37;\ 0{,}31;\ 0{,}22;\ 0{,}18.$

Число измерений должно быть не менее трех и достаточным для того, чтобы случайная погрешность поверки не превышала 0,3 от класса точности ваттметра или допускаемого значения основной погрешности, указанной в НТД на ваттметр конкретного типа.

4.4.2. Расчет погрешности поверки прибора Δ проводят по формуле

$$\Delta=\sqrt{\Delta_1^2+\Delta_{сл}^2}+\gamma\Delta_2 \qquad (10)$$

где Δ_1 — предел допускаемой погрешности воспроизведения импульсной мощности на согласованную нагрузку, которая при использовании компаратора М1-3, термисторного моста М3-22, калибраторов М1-6—М1-11 или преобразователей мощности М5-40—М5-54 составляет 2,8%,

$\Delta_{сл}$ — случайная погрешность измерения, определяемая по формуле (9);

Δ_2 — погрешность рассогласования.

Погрешность рассогласования для прибора поглощаемой мощности в процентах рассчитывают по формуле

$$\Delta_2=2\cdot|\Gamma'_э|\cdot|\Gamma_п| \qquad (11)$$

где $|\Gamma'_э|$ — модуль эффективного коэффициента отражения выхода калибратора,

$|\Gamma_п|$ — модуль коэффициента отражения на входе первичного измерительного преобразователя, рассчитываемого по формуле

$$\Gamma_п = \frac{K_{ст}v - 1}{K_{ст}v + 1} .$$

Погрешность рассогласования для прибора проходящей мощности в процентах рассчитывают по формуле

$$\Delta_2 = 2|\Gamma_0||\Gamma_э| \qquad (12)$$

где $|\Gamma_0|$ — модуль коэффициента отражения образцового первичного измерительного преобразователя;

$|\Gamma_э|$ — модуль эффективного коэффициента отражения на выходе поверяемого прибора, вычисленный по формуле (1).

Весовой коэффициент γ зависит от отношения $\frac{3\Delta_2}{\sqrt{\Delta_1^2+\Delta_{сл}^2}}$ и его следует определять по табл. 2.

Таблица 2

$\frac{3\Delta_2}{\sqrt{\Delta_1^2+\Delta_{сл}^2}}$	0	1	2	4	6	8	10	∞
γ	0	0,53	0,7	0,85	0,93	0,97	0,98	1,0

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Результаты государственной первичной поверки оформляют отметкой в паспорте.

5.2. На приборы, признанные годными при государственной периодической поверке, выдают свидетельство установленной формы.

5.3. Приборы, не удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, к выпуску и применению не допускают

ПРИЛОЖЕНИЕ
Рекомендуемое

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ ВАТТМЕТРА (ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ)

типа_____ №_____

поглощаемой (проходящей) мощности

f, ГГц	$K_{ст\,V}$ или $\lvert\Gamma_э\rvert$	δ

Редактор *И. М. Уварова*
Технический редактор *Н. П. Замолодчикова*
Корректор *Г. А. Юшина*

Сдано в наб. 18.08.80 Подп. в печ. 15.10.80 1,0 п. л. 0,75 уч.-изд. л. Тир. 16000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 2533

Цена 5 коп.

ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
ДЛИНА	метр	м	m
МАССА	килограмм	кг	kg
ВРЕМЯ	секунда	с	s
СИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА	ампер	А	A
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА	кельвин	К	K
КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА	моль	моль	mol
СИЛА СВЕТА	кандела	кд	cd
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ			
Плоский угол	радиан	рад	rad
Телесный угол	стерадиан	ср	sr

ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СОБСТВЕННЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

Величина	Единица		Выражение производной единицы	
	наименование	обозначение	через другие единицы СИ	через основные единицы СИ
Частота	герц	Гц	—	$с^{-1}$
Сила	ньютон	Н	—	$м \cdot кг \cdot с^{-2}$
Давление	паскаль	Па	Н / $м^2$	$м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	джоуль	Дж	Н·м	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$
Мощность, поток энергии	ватт	Вт	Дж / с	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$
Количество электричества, электрический заряд	кулон	Кл	А·с	с·А
Электрическое напряжение, электрический потенциал	вольт	В	Вт / А	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-1}$
Электрическая емкость	фарада	Ф	Кл / В	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^4 \cdot А^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ом	В / А	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	См	А / В	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^3 \cdot А^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Вб	В·с	$м^2 \cdot кгс^{-2} \cdot А^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	Тл	Вб / $м^2$	$кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Индуктивность	генри	Гн	Вб / А	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-2}$
Световой поток	люмен	лм	—	кд·ср *
Освещенность	люкс	лк	—	$м^{-2} \cdot кд \cdot ср$ *
Активность нуклида	беккерель	Бк	—	$с^{-1}$
Доза излучения	грэй	Гр	—	$м^2 \cdot с^{-2}$

* В эти два выражения входит, наравне с основными единицами СИ, дополнительная единица—стерадиан.