ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

УСКОРИТЕЛИ ЭЛЕКТРОНОВ ДЛЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

НОМЕНКЛАТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ

ГОСТ 4.490—89
(СТ СЭВ 6189—88)

Издание официальное

БЗ 2—89/158

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.384.6 : 61 : 006.354 Группа Т51

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Система показателей качества продукции

УСКОРИТЕЛИ ЭЛЕКТРОНОВ ДЛЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

Номенклатура показателей

Product-quality index system. Electron accelerators for radiotherapy. Index nomenclature

ГОСТ 4.490—89

(СТ СЭВ 6189—88)

ОКП 69 1000

Дата введения 01.01.90

Настоящий стандарт распространяется на ускорители электронов для лучевой терапии и устанавливает номенклатуру показателей.

1. Номенклатура показателей качества ускорителей электронов для лучевой терапии должна соответствовать установленной в табл. 1.

Таблица 1

Наименование показателя качества	Единицы показателя качества	Примечание
ПОКАЗАТЕЛИ НАЗНАЧЕНИЯ		
1. Вид генерируемого ионизирующего излучения	—	Ускоренные электроны, тормозное излучение
2. Номинальные значения энергии ускоренных электронов:	МэВ (Дж)	Для ускоренных электронов приводится наиболее вероятная энергия на поверхности объекта. Для тормозного излучения—граничная энергия. Методы измерения и вычисления значений этих энергий приведены в приложениях 1 и 2
1) при облучении электронами;		
2) при облучении тормозным излучением		
3. Пределы регулирования:	МэВ (Дж)	
1) энергии ускоренных электронов;		
2) граничной энергии тормозного излучения		

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

© Издательство стандартов, 1989

Продолжение табл. 1

Наименование показателя качества	Единицы показателя качества	Примечание
4. Относительная погрешность воспроизведения заданного значения энергии ускоренных электронов	%	Показатель определяется отношением разности измеренного и заданного значений энергии к заданному значению энергии
5. Относительная нестабильность энергии ускоренных электронов	%	Показатель определяется за время не менее 0,5 ч работы ускорителя в установленном режиме
6. Градиент поглощенной дозы ускоренных электронов	—	Показатель определяется как отношение практического пробега электронов (R_p) к глубине залегания 80%-ного значения (дальнего) поглощенной дозы (R_{80}) $G=\frac{R_p}{R_{80}}$ (см. график приложения 2)
7. Длительность импульса ионизирующего излучения	мкс	Показатель определяется по длительности импульса тока пучка ускоренных электронов на мишени
8. Частота следования импульсов ионизирующего излучения	$с^{-1}$	Показатель определяется измерением частоты следования импульсов тока пучка ускоренных электронов
9. Размеры полей облучения или диапазоны их изменения для: 1) ускоренных электронов; 2) тормозного излучения	мм	Показатель определяется на нормальном лечебном расстоянии вдоль главных осей поля по 50%-ной изодозной кривой. Диапазоны определяются в случае возможности непрерывного изменения размеров полей облучения
10. Номинальные значения средней мощности поглощенной дозы: 1) ускоренных электронов; 2) тормозного излучения	Гр/с	Показатель определяется в условиях, изложенных в приложении 1
11. Пределы регулирования средней мощности поглощенной дозы: 1) ускоренных электронов; 2) тормозного излучения	Гр/с	

Продолжение табл. 1

Наименование показателя качества	Единицы показателя качества	Примечание
12. Относительная неравномерность распределения поглощенной дозы по полю облучения для: 1) ускоренных электронов; 2) тормозного излучения	%	Показатель определяется в условиях, изложенных в приложении 1
13. Относительная несимметрия полей облучения для: 1) ускоренных электронов; 2) тормозного излучения	%	Показатель определяется максимальным отношением большего значения поглощенной дозы к меньшему значению поглощенной дозы в двух любых точках, симметричных относительно оси пучка в условиях измерения, изложенных в приложении 1
14. Индекс гомогенности	—	Отношение площадей полей, ограниченных 90%-ной и 50%-ной изодозами
15. Относительная погрешность калибровки монитора дозы	%	Показатель определяется по формуле $\delta_к = \frac{100}{\bar{R}} \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(\bar{R}-R_i)^2}{n-1}}$, где R_i — отношение показания монитора дозы к измеренному значению поглощенной дозы в i-м измерении; $\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} R_i$, $\bar{R}$ — среднее значение отношения, определенное из n измерений. В каждом измерении достигается доза 1÷2 Гр
16. Относительная погрешность воспроизведения заданного значения поглощенной дозы	%	Показатель определяется в условиях, изложенных в приложении 1, в различных режимах облучения в процессе эксплуатации
17. Размеры полутеней полей облучения: 1) ускоренных электронов; 2) тормозного излучения	мм	Расстояние между 80%-ной и 20%-ной изодозной кривой для полей облучения с максимальными размерами и размерами (100×100) мм по их главным осям

Продолжение табл. 1

Наименование показателя качества	Единицы показателя качества	Примечание
18. Клинообразные фильтры:		
1) количество	—	
2) энергия	МэВ, (Дж)	
3) размеры поля	мм	
4) ослабляющий фактор клина	%	
5) угол клина	. . . °	
19. Максимальный угол ротации поворотной части излучателя	. . . °	
20. Пределы изменения угловой скорости ротации поворотной части излучателя	. . . °/мин	
21. Максимальный угол поворота диафрагмы вокруг оси радиационной головки	. . . °	
22. Максимальная погрешность индикации положения изоцентра при ротации поворотной части излучателя и повороте диафрагмы	мм	
23. Максимальная погрешность цифровой индикации:		
1) углов ротации поворотной части излучателя	. . . °	
2) поворота диафрагмы	. . . °	
3) размеров полей облучения	мм	
24. Максимальное отклонение границ светового поля от границ поля облучения	мм	
1) ускоренных электронов		
2) тормозного излучения		
25. Максимальная погрешность имитации оси пучка	мм	
26. Нормальное лечебное расстояние	м	
27 Пределы индикации расстояния «источник-кожа»	м	
28 Максимальная погрешность индикации расстояния «источник-кожа»	мм	
29. Минимальные расстояния между нижним краем радиационной головки или коллимационной системы и изоцентром для.	м	
1) ускоренных электронов		
2) тормозного излучения		

Продолжение табл. 1

Наименование показателя качества	Единицы показателя качества	Примечание
30. Расстояние от изоцентра до пола	м	
ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ		
31. Длительность ввода ускорителя в режим готовности	мин	Показатель определяется после выключения ускорителя более чем на 6 ч
32. Допустимая длительность непрерывной работы ускорителя в режиме готовности и режиме излучения	ч	
33. Максимальный уровень акустической мощности	дБ(А)	По ГОСТ 23941—79
34. Параметры электрической сети:		
1) число фаз	—	
2) напряжение	В	
3) частота	Гц	
4) потребляемая мощность:	кВт	
в режимах готовности и излучения		
в режиме ожидания		
35. Допустимая относительная нестабильность параметров электрической сети:	%	
1) напряжения		
2) частоты		
36. Параметры потребляемой воды во внешнем контуре охлаждения ускорителя:		
1) расход	$м^3/ч$	
2) максимальная температура на входе в теплообменник	°С	
3) давление	Па	
37. Тепловая мощность, которую необходимо отвести вентиляцией от ускорителя	кВт	
38. Параметры окружающей среды:		
1) диапазон температуры	°С	
2) максимальная относительная влажность	%	
ПОКАЗАТЕЛИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ		
39. Относительное значение паразитного излучения в полезном пучке ускоренных электронов	%	Показатель определяется отношением поглощенной дозы тормозного излучения, измеренной на оси пучка на расстоянии 100 мм за практичес-

Продолжение табл. 1

Наименование показателя качества	Единицы показателя качества	Примечание
		ким пробегом (R_p), к поглощенной дозе ускоренных электронов в максимуме распределения по глубине
40. Паразитное излучение в режиме тормозного облучения:	%	
1) относительное значение поглощенной дозы на поверхности фантома к поглощенной дозе в максимуме распределения по глубине		Дополнительным показателем влияния паразитного излучения служит глубина залегания максимума осевой глубинной дозы
2) относительное значение поглощенной дозы нейтронного излучения к дозе тормозного излучения на оси пучка		Показатель определяется при граничных энергиях тормозного излучения свыше 10 МэВ
41. Максимальные относительные значения излучения утечки:	%	
1) вдоль траектории пучка		Показатель определяется максимальным значением отношения поглощенной дозы в любой точке на расстоянии 1 м от траектории пучка при закрытой диафрагме к поглощенной дозе на оси пучка
2) в плоскости расположения пациента		Показатель определяется максимальным значением отношения поглощенной дозы в любой точке плоскости (кроме зоны поля максимального размера) радиусом 2 м, расположенной на нормальном лечебном расстоянии при закрытой диафрагме, к поглощенной дозе на оси пучка
3) в пределах максимального размера поля		Показатель определяется максимальным значением отношения поглощенной дозы в любой точке в пределах максимального размера поля на нормальном лечебном расстоянии при закрытой диафрагме к поглощенной дозе на оси пучка. В случае неполного закрытия диафрагмы отверстие должно быть закрыто слоем материала с кратностью ослабления не менее 100

Продолжение табл. 1

Наименование показателя качества	Единицы показателя качества	Примечание
42. Максимальное значение мощности дозы в режиме готовности в месте нахождения пациента	Гр/мин	
43. Максимальное значение мощности дозы, создаваемой остаточной наведенной активностью, через определенное время после полного выключения ускорителя	Гр/мин	
44. Количество каналов в системе мониторирования дозы	—	
45. Максимально допустимое относительное отклонение показаний каналов системы мониторирования дозы	%	

2. Показатели надежности, транспортабельности, стандартизации и унификации, патентно-правовые, экономические — по ГОСТ 4.477—87.

3. Пояснения к терминам, применяемым в настоящем стандарте, приведены в приложении 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. Измерения проводятся в водном фантоме или другом тканеэквивалентном фантоме на оси пучка и в плоскости, перпендикулярной оси пучка, на стандартной глубине.

2. Стандартная глубина составляет:

для тормозного излучения — 100 мм;

для электронных пучков — в соответствии с требованиями табл. 2.

Таблица 2

Энергия электронов, МэВ	Стандартная глубина, мм
От 1 до 10	10 или на глубине максимального поглощения
Св. 10 » 20	20 или на глубине максимального поглощения
» 20 » 50	30 или на глубине максимального поглощения

3. Поверхность фантома в случае тормозного излучения для изоцентрических ускорителей находится на 100 мм выше изоцентра, а при неподвижном излучателе — на нормальном лечебном расстоянии.

В случае потока электронных пучков поверхность фантома располагают на нормальном лечебном расстоянии.

4. Относительную неравномерность распределения поглощенной дозы по полю облучения и симметрию полей, в случае тормозного излучения, определяют на стандартной глубине в водном фантоме в области, ограниченной прямыми линиями, соединяющими точки на кривых распределения, отстоящие на расстоянии d_m и d_α от геометрической границы поля для главных и диагональных осей соответственно.

Значения d_m и d_α для различных размеров поля приведены в табл. 3.

Таблица 3

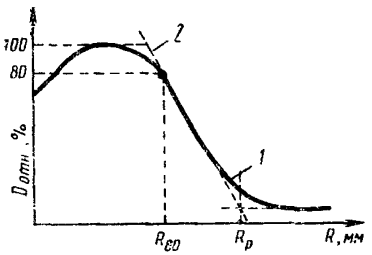
мм

Размеры поля, F	Расстояния, определяющие область измерения	
	d_m	d_α
От 50 до 100	10	20
Св. 100 до 300	0,1 F	0,2 F
» 300	30	60

Неравномерность и симметрия полей в случае потока электронных пучков определяется на стандартной глубине в водном фантоме в области, ограниченной прямыми линиями, соединяющими точки на кривых распределения по главным и диагональным осям, отстоящие от геометрической границы поля на расстоянии 20 и 30 мм соответственно.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНОЙ ЭНЕРГИИ УСКОРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТА (ФАНТОМА) В ДИАПАЗОНЕ 1—50 МэВ (0,16—8 пДж)



$D_{отн}$ — относительная поглощенная доза или относительный ионизационный ток; R — глубина в водном фантоме; *1* — кривая осевой относительной глубинной дозы или ионизации; *2* — касательная в точке перегиба.

Наиболее вероятная энергия электронов на поверхности фантома в диапазоне 1—50 МэВ (0,16—8 пДж) определяется по кривой осевой относительной глубинной дозы или ионизации в водном фантоме (см. чертеж) при условиях измерения, изложенных в приложении 1.

Значение наиболее вероятной энергии ускоренных электронов на поверхности объекта (фантома) ($E_{p,o}$), в МэВ, определяют по формуле

$$E_{p,\,o}=C_1+C_2R_p+C_3R_p^2, \qquad (1)$$

где C_1 — $2{,}2\cdot10^{-1}$ МэВ;
C_2 — $1{,}98\cdot10^{-1}$ МэВ/мм;
C_3 — $2{,}5\cdot10^{-5}$ МэВ/мм^2;
R_p — практический пробег, мм.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНОЙ ЭНЕРГИИ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ 4—50 МэВ (0,64—8 пДж)

Граничная энергия тормозного излучения в диапазоне 4—50 МэВ (0,64—8 пДж) определяется измерением ионизации или поглощенной дозы в водном фантоме на глубине 100 и 200 мм на оси пучка при размерах поля облучения (100×100) мм на поверхности фантома, которая расположена на нормальном лечебном расстоянии.

Граничную энергию тормозного излучения (E), МэВ, определяют по формуле

$$E = \frac{b_1 + b_2 \cdot \frac{I_{100}}{I_{200}}}{I + b_3 \cdot \frac{I_{100}}{I_{200}}}, \qquad (2)$$

где b_1 — минус 3,025;
b_2 — 0,906;
b_3 — минус 0,728;
I_{100} — ионизационный ток или поглощенная доза на глубине 100 мм;
I_{200} — ионизационный ток или поглощенная доза на глубине 200 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНДАРТЕ, И ПОЯСНЕНИЯ

Термин	Пояснение
1. Излучение утечки	Ионизирующее излучение, которое проникает через радиационную защиту излучателя ускорителя
2. Изодозная кривая	Кривая на плоскости, соединяющая точки одинаковой средней мощности поглощенной дозы
3. Изоцентр	Центр сферы минимального радиуса, через которую проходит ось пучка излучения при всех углах ротации излучателей
4. Ослабляющий фактор клина (фактор клина)	Отношение значений поглощенных доз на оси пучка излучения с клином и без клина
5. Нормальное лечебное расстояние	Расстояние, измеренное вдоль оси пучка от виртуального источника тормозного излучения до изоцентра (в случае изоцентрических ускорителей) или до выбранной плоскости (для неизоцентрических ускорителей). В случае электронного излучения расстояние измеряется вдоль оси пучка от виртуального источника электронов до выбранной плоскости
6. Паразитное излучение	Все ионизирующее излучение, кроме полезного вида излучения
7. Поле облучения	Поле на нормальном лечебном расстоянии, ограниченное 50%-ной изодозой
8. Режим ожидания	Состояние оборудования ускорителя, при котором имеется возможность выбора основных эксплуатационных параметров
9. Режим готовности	Состояние оборудования ускорителя, когда подтверждено выполнение всех предварительных операций и излучение может быть включено одним действием
10. Ось пучка	Прямая линия, соединяющая фокус с центром поля облучения
11. Угол клина	Угол, определенный наклоном прямой, соединяющей две точки на изодозе, проходящей через точку на центральной оси пучка, находящуюся на стандартной глубине измерения (см. приложение 1); при этом расстояния точек от оси пучка равны и соответствуют $^1/_4$ размера поля облучения
12. Фокус	Центр эффективного источника излучения

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26.04.89 № 1125 стандарт Совета Экономической Взаимопомощи СТ СЭВ 6189—88 «Ускорители электронов для лучевой терапии. Номенклатура показателей качества» введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта СССР с 01.01.90

2. Срок проверки — 1995 г.
Периодичность проверки — 5 лет.

3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 4.477—87	2
ГОСТ 23941—79	1 (показатель 33)

Редактор *В. С. Бабкина*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *В. С. Черная*

Сдано в наб. 25.05.89 Подп. в печ. 04.09.89 1,0 усл. п. л. 1,0 усл. кр.-отт. 0,80 уч.-изд. л.
Тир. 3000 Цена 5 к.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник» Москва, Лялин пер., 6. Зак. 668

5 коп.

ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

Величина	Единица: Наименование	Обозначение: международное	Обозначение: русское
Длина	метр	m	м
Масса	килограмм	kg	кг
Время	секунда	s	с
Сила электрического тока	ампер	A	А
Термодинамическая температура	кельвин	K	К
Количество вещества	моль	mol	моль
Сила света	кандела	cd	кд

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

Плоский угол	радиан	rad	рад
Телесный угол	стерадиан	sr	ср

ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

Величина	Единица: Наименование	Обозначение: международное	Обозначение: русское	Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
Частота	герц	Hz	Гц	$с^{-1}$
Сила	ньютон	N	Н	$м \cdot кг \cdot с^{-2}$
Давление	паскаль	Pa	Па	$м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$
Энергия	джоуль	J	Дж	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$
Мощность	ватт	W	Вт	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$
Количество электричества	кулон	C	Кл	$с \cdot А$
Электрическое напряжение	вольт	V	В	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-1}$
Электрическая емкость	фарад	F	Ф	$м^{-2} кг^{-1} \cdot с^4 \cdot А^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ω	Ом	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	S	См	$м^{-2} кг^{-1} \cdot с^3 \cdot А^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Wb	Вб	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	T	Тл	$кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Индуктивность	генри	H	Гн	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-2}$
Световой поток	люмен	lm	лм	кд · ср
Освещенность	люкс	lx	лк	$м^{-2} \cdot$ кд · ср
Активность радионуклида	беккерель	Bq	Бк	$с^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	грэй	Gy	Гр	$м^2 \cdot с^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	зиверт	Sv	Зв	$м^2 \cdot с^{-2}$

gost.e-ecolog.ru