



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

Система показателей качества продукции

УСКОРИТЕЛИ ЭЛЕКТРОНОВ ДЛЯ
ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИГОСТ
4.490—89

Номенклатура показателей

Product-quality index system. Electron accelerators (СТ СЭВ 6189—88)
for radiotherapy. Index nomenclature

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

| 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 | — | <p>Показатель определяется как отношение практического пробега электронов (R_p) к глубине залегания 80%-ного значения (дальнего) поглощенной дозы (R_{80})</p> $G = \frac{R_p}{R_{80}}$ |
| 7. Длительность импульса ионизирующего излучения | мкс | (см. график приложения 2) 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: | 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: | % | Показатель определяется в условиях, изложенных в приложении 1 |
| 1) ускоренных электронов; 2) тормозного излучения | | |
| 13. Относительная несимметрия полей облучения для: | % | 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 |
| 1) ускоренных электронов; 2) тормозного излучения | | Отношение площадей полей, ограниченных 90%-ной и 50%-ной изодозами |
| 14. Индекс гомогенности | — | Показатель определяется по формуле |
| 15. Относительная погрешность калибровки монитора дозы | % | Показатель определяется по формуле |
| | | $\delta_k = \frac{100}{\bar{R}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{R} - R_i)^2}{n-1}}$ |
| | | 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: | | мм |
| 1) ускоренных электронов; 2) тормозного излучения | | |

| Наименование показателя качества | Единицы показателя качества | Примечание |
|---|-----------------------------|------------|
| 18. Клинообразные фильтры: | — | |
| 1) количество | МэВ, (Дж) | |
| 2) энергия | мм | |
| 3) размеры поля | % | |
| 4) ослабляющий фактор клина | ... | |
| на | ... | |
| 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: в режимах готовности и излучения | кВт | |
| 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- |

| Наименование показателя качества | Единицы показателя качества | Примечание |
|---|-----------------------------|--|
| <p>40. Паразитное излучение в режиме тормозного облучения:</p> <p>1) относительное значение поглощенной дозы на поверхности фантома к поглощенной дозе в максимуме распределения по глубине</p> <p>2) относительное значение поглощенной дозы нейтронного излучения к дозе тормозного излучения на оси пучка</p> <p>41. Максимальные относительные значения излучения утечки:</p> | % | <p>ким пробегом (R_p), к поглощенной дозе ускоренных электронов в максимуме распределения по глубине</p> <p>Дополнительным показателем влияния паразитного излучения служит глубина залегания максимума осевой глубиной дозы</p> <p>Показатель определяется при граничных энергиях тормозного излучения свыше 10 МэВ</p> |
| <p>1) вдоль траектории пучка</p> <p>2) в плоскости расположения пациента</p> <p>3) в пределах максимального размера поля</p> | % | <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> |

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 мониторинга дозы | — | |
| 45. Максимально допустимое относительное отклонение показаний каналов системы мониторинга 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.

УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. Измерения проводятся в водном фантоме или другом тканезквивалентном 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_a от геометрической границы поля для главных и диагональных осей соответственно.

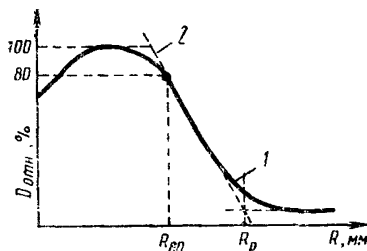
Значения d_m и d_a для различных размеров поля приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Размеры поля, F | мм | |
|-----------------|--|-------|
| | Расстояния, определяющие область измерения | |
| | d_m | d_a |
| 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.

**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. чертёж) при условиях измерения, изложенных в приложении 1.

Значение наиболее вероятной энергии ускоренных электронов на поверхности объекта (фантома) ($E_{p,0}$), в МэВ, определяют по формуле

$$E_{p,0} = C_1 + C_2 R_p + C_3 R_p^2, \quad (1)$$

где $C_1 = 2,2 \cdot 10^{-1}$ МэВ;

$C_2 = 1,98 \cdot 10^{-1}$ МэВ/мм;

$C_3 = 2,5 \cdot 10^{-5}$ МэВ/мм²;

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.

С. 10 ГОСТ 4.490—89 (СТ СЭВ 6189—88)

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

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

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.

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

| Величина | Единица | | |
|----------|--------------|---------------|---------|
| | Наименование | Обозначение | |
| | | международное | русское |

ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

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