

# Оценка функционирования дозиметрического оборудования при проведении измерений в полях импульсного микросекундного фотонного излучения с известными характеристиками

Данная работа является продолжением цикла статей [1,2,3], посвященных определению основных дозиметрических характеристик полей высокоэнергетического импульсного микросекундного фотонного излучения (далее – ИМкФИ), генерируемого медицинскими линейными ускорителями электронов (далее – ЛУЭ) и оценке возможности использования ЛУЭ в качестве источника поля эталонного излучения для калибровки дозиметрического оборудования. В настоящей публикации представлены результаты оценки работы портативного дозиметра ДКС-АТ1123 (далее – дозиметр) и экспериментального образца блока детектирования БДКГ-206 (далее – БД) в полях ИМкФИ при различных режимах работы ЛУЭ. Оценка возможности работы дозиметрического оборудования в полях ИМкФИ производилась путем сопоставления показаний дозиметра и БД с опорными значениями дозиметрических характеристик этих полей, а именно: средней мощности амбиентного эквивалента дозы  $\dot{H}^*(10)$  (далее – СМАЭД), измеренной при помощи высокоточного эталонного дозиметра ДКС-АТ5350 в составе с ионизационной камерой (далее – ИК).

Установлено, что отклонение измерений СМАЭД при помощи дозиметра и БД от опорных значений сильно зависит от значения мощности амбиентного эквивалента дозы в импульсе (далее – МАЭД в импульсе). Показано, что при значении МАЭД в импульсе меньше, чем 0,2 мЗв/с, отклонение не превышает 10%, при значении МАЭД в импульсе 0,2–0,4 мЗв/с отклонение не превышает 33%, а при значении МАЭД в импульсе более 0,5 мЗв/с отклонение может достигать 72%.

**А.Ю.Тараев, С.В.Лазаренко,  
А.А.Загороднюк, М.В.Масюкович**  
(Научно-производственное унитарное  
предприятие «АТОМТЕХ», г. Минск,  
Республика Беларусь)

**Ключевые слова:** Монте-Карло моделирование, линейный ускоритель электронов, импульсное фотонное излучение, дозиметрическое оборудование.

**В**настоящий момент в мире идет активный рост количества пользователей установок, генерирующих импульсное фотонное излучение [4]. Как следствие, растет необходимость в приборах дозиметрического контроля, способных работать в таких полях. Для возможности проверки корректности измерений дозиметров в полях импульсного фотонного излучения необходимы установки, способные генерировать эталонное излучение с заданными дозиметрическими характеристиками поля.

В статьях [1-3] в качестве эталонной дозиметрической установки, способной генерировать поле ИМкФИ, предлагалось использовать линейный ускоритель электронов. В данных работах представлены результаты исследования характеристик поля рентгеновского излучения ЛУЭ для режимов работы 6 МВ, 10 МВ, 15 МВ, 18 МВ. Проведено Монте-Карло моделирование характеристик полей фотонного излучения ЛУЭ. Рассчитана средняя энергия фотонного излучения ЛУЭ в точке измерения для различных режимов работы ускорителей. Рассчитана средняя мощность амбиентного эквивалента дозы  $\dot{H}^*(10)$ , генерируемого ЛУЭ в точке измерения. Измерены длительности и частоты импульсов фотонного излучения ЛУЭ. Определена МАЭД в единичном импульсе. Измеренные и рассчитанные таким образом характеристики поля импульсного фотонного излучения сравнивались с допустимыми предельными значениями для дозиметра ДКС-АТ1123 [5] и блока детектирования БДКГ-206. Основной целью исследований было определение возможности использования поля ИМкФИ ЛУЭ для калибровки дозиметрического оборудования и разработка алгоритма проведения таких измерений. Было установлено, что такие характеристики ИМкФИ генерируемого ЛУЭ как СМАЭД, длительность единичного импульса и частота следования импульсов попадают в диапазон значений, соответствующий предельным заявленным значениям дозиметра и БД. При этом для того, чтобы такие дозиметрические характеристики ИМкФИ как СМАЭД и МАЭД в импульсе попадали в диапазон измерений дозиметра и БД, интенсивность поля, генерируемого ЛУЭ в точке измерения должна быть ослаблена. В работах [1-3] для ослабления интенсивности поля фотонного излучения ЛУЭ использовался свинцовый фильтр заданной толщины.

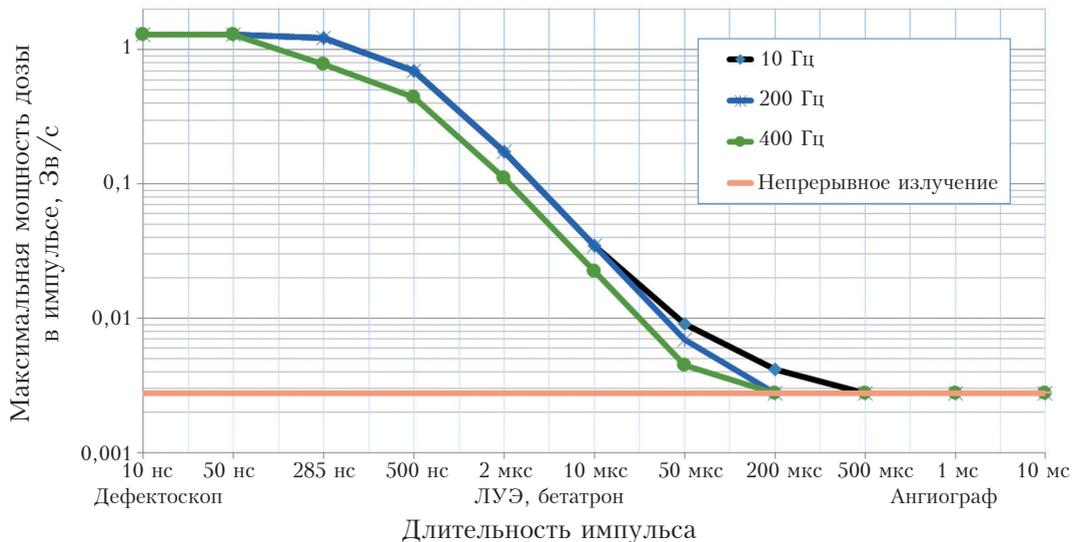
Целью настоящей публикации является непосредственная оценка работы дозиметра ДКС-АТ1123 и блока детектирования БДКГ-206 в полях ИМкФИ, генерируемых ЛУЭ, основные значения характеристик которых не превышают паспортных значений приборов. Оценка работы дозиметра и БД производилась путем прямых измерений СМАЭД, генерируемой ЛУЭ в заданной точке, с последующим сопоставлением полученных результатов измерения с опорными величинами. Под опорной величиной понимается значение СМАЭД в заданной точке, измеренное при помощи высокоточного эталонного дозиметра ДКС-АТ5350 [6] в составе с ионизационными камерами компании РТW-Freiburg (Германия) ТМ-30010 (наперстковая ИК с активным объемом 0,6 см<sup>3</sup>) и ТМ-32002 (сферическая ИК с активным объемом 1000 см<sup>3</sup>). Детальное описание схемы расчета опорных значений СМАЭД в заданных точках при проведении измерений эталонным дозиметром ДКС-АТ5350 в полях ИМкФИ, генерируемых ЛУЭ, приведено в работе [3].

### **Основные технические характеристики дозиметрического оборудования**

Измерения СМАЭД, генерируемых полей ИМкФИ ЛУЭ в заданной точке, проводились дозиметром ДКС-АТ1123 и блоком детектирования БДКГ-206.

**Табл.1.** Основные характеристики дозиметра ДКС-АТ1123.

Характеристика	Значение
Тип детектора	Сцинтилляционная пластмасса
Диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы рентгеновского и гамма-излучения	50 нЗв/ч – 10 Зв/ч (непрерывное излучение) 5 мкЗв/ч – 10 Зв/ч (непрерывное кратковременное излучение) 0,1 мкЗв/ч – 10 Зв/ч (импульсное излучение)
Диапазон измерения амбиентного эквивалента дозы	0,1 нЗв – 100 Зв (все виды рентгеновского и гамма-излучения)
Энергетическая зависимость (относительно энергии 662 кэВ)	± 35% (15 кэВ – 60 кэВ) ± 25% (60 кэВ – 3 МэВ) ± 50% (3 МэВ – 10 МэВ)
Максимальная мощность амбиентного эквивалента в импульсе	1,3 Зв/с
Минимальная длительность импульса для импульсного излучения	10 нс
Минимальная частота следования импульсов для импульсного излучения	10 Гц
Типовая чувствительность к гамма-излучению источника <sup>137</sup> Cs	70 (имп./с)/(мкЗв/ч)



**Рис.1.** Типовая зависимость максимальной мощности дозы в импульсе от частоты следования импульсов и длительности импульса для блока детектирования БДКГ-206 (с указанием типичных источников импульсного излучения).

Длительность, нс	Частота, Гц					
	10	25	50	100	200	400
	Максимальная средняя мощность дозы импульсного рентгеновского и гамма-излучения, мЗв/ч					
10	0,47	1,17	2,34	4,6	9,3	18,7
50	2,34	5,85	11,7	23,4	46,8	93,6
285	13	33	62	125	250	320
2000	13	33	62	125	250	320
50000	16	40	82	160	250	320
500000	50	125	250	500	1000	2000
5000000	500	1250	2500	5000	10000	-

**Табл.2.** Значения максимальной средней измеряемой БД мощности дозы в зависимости от частоты и длительности импульса.

Дозиметр ДКС-АТ1123 и блок детектирования БДКГ-206 являются конструктивно схожими дозиметрическими приборами и представляют собой детектор, выполненный из тканеэквивалентной сцинтилляционной пластмассы (размер активного объема  $\varnothing 30 \times 15$  мм), соединенной при помощи оптического контакта с фотоэлектронным умножителем (далее – ФЭУ). Основное различие между дозиметром и БД заключается в сценарии их использования: в то время как дозиметр используется в качестве отдельного законченного изделия, БД используется в качестве конструктивного узла в составе систем радиационного контроля.

Данные приборы позволяют измерять:

- мощность амбиентного эквивалента дозы  $\dot{H}^*(10)$  непрерывного рентгеновского и гамма-излучения при длительной экспозиции;
- среднюю мощность амбиентного эквивалента дозы  $\dot{H}^*(10)$  импульсного рентгеновского и гамма-излучения при длительной экспозиции.

Основные технические характеристики дозиметра ДКС-АТ1123 приведены в табл.1. Типовая зависимость максимальной мощности дозы в импульсе от частоты следования импульсов и длительности импульса для блока детектирования БДКГ-206 приведена на рис.1, а в табл.2 приведены значения максимальной измеряемой БД средней мощности дозы в зависимости от частоты и длительности импульса.

### Схема проведения эксперимента

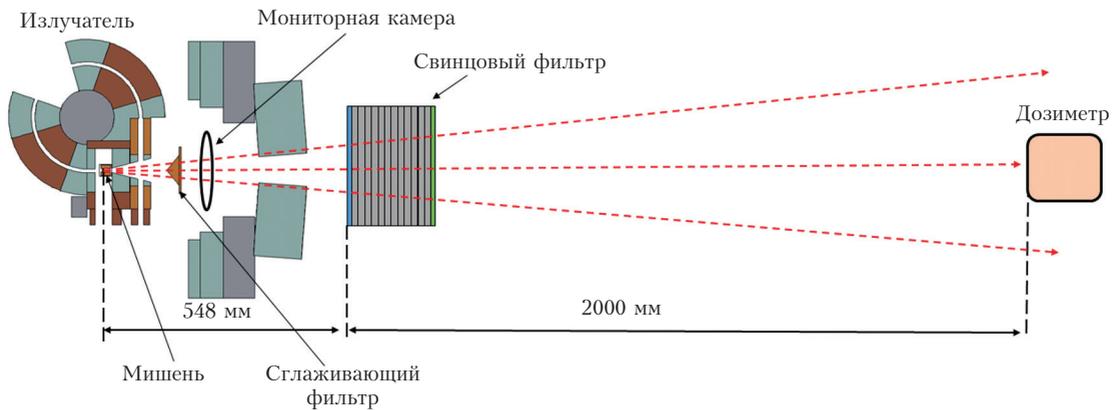
В качестве источника импульсного микросекундного фотонного излучения использовались медицинские линейные ускорители Elekta Infinity, Varian VitalBeam, Varian Clinac iX [7-9]. Значение СМАЭД, генерируемое ЛУЭ в точке измерения, задавалось режимом работы ускорителя, отпускаемой ускорителем дозой и дополнительным свинцовым фильтром, используемым для уменьшения интенсивности излучения ЛУЭ до значений, попадающих в диапазон измерения используемого дозиметрического оборудования.

Под режимом работы ускорителя в настоящей статье понимается значение ускорительного напряжения первичного электронного пучка, падающего на мишень ЛУЭ. Следует отметить, что при использовании ЛУЭ в качестве источника фотонного излучения каждому значению номинального напряжения соответствует заданный сглаживающий фильтр, предназначенный для получения однородного (в плоскости) поля фотонного излучения. В работе рассматривались следующие режимы работы ЛУЭ: для ЛУЭ Elekta Infinity – 6 МВ, для ЛУЭ Varian iX – 18 МВ, для ЛУЭ Varian VitalBeam – 6 МВ, 10 МВ, 15 МВ. (Справочно: длительность импульса у ЛУЭ Elekta Infinity 1,8 мкс, у ЛУЭ Varian Clinac iX и Varian VitalBeam 3,3 мкс [3]).

Под мощностью отпускаемой ЛУЭ дозы понимается выраженное в мониторных единицах (далее – МЕ) значение мощности дозы, генерируемое на выходе излучателя ЛУЭ и измеряемое встроенной в излучатель мониторинной камерой. Под мониторинной единицей понимается доза, поглощенная в водном фантоме на расстоянии 1 метр от излучателя и на глубине 10 см от поверхности при его облучении излучением ЛУЭ, выраженная в сантигреях (сГр) и равная 1 сГр [10].

Процедура измерения СМАЭД, генерируемой ЛУЭ в заданной точке при помощи дозиметра и БД, можно описать следующим алгоритмом:

- на выходе излучателя ЛУЭ устанавливается дополнительный свинцовый фильтр заданной толщины (далее – свинцовый фильтр);
- далее задается режим работы и количество отпускаемых ЛУЭ МЕ;



**Рис.2.** Схема проведения эксперимента с указанием основных конструктивных узлов излучателя ЛУЭ.

**Рис.3.** Измерение СМАЭД поля фотонного излучения ЛУЭ при помощи дозиметра ДКС-АТ1123. На рисунке приведен случай для свинцового фильтра толщиной 150 мм при измерениях на ЛУЭ Elekta Infinity. Аналогичные измерения были произведены на ЛУЭ Varian VitalBeam и Varian Clinac iX.



- опорное значение СМАЭД в точке, расположенной на расстоянии 2 метра от излучателя, определяется путем прямых измерений с помощью эталонного дозиметра ДКС-АТ5350. Подробный алгоритм определения опорных значений в точке измерения приведен в работе [3].
- в точку измерения устанавливается дозиметр ДКС-АТ1123, либо блок детектирования БДКГ-206, показания которых сравниваются с опорными значениями.

Для проверки воспроизводимости каждое измерение повторяли заданное количество раз для каждого прибора (проводили серию измерений). Под воспроизводимостью в настоящей работе понимается близость друг к другу отдельных значений показаний прибора в серии повторных измерений, а также степень разброса относительно среднего значения серии измерений. Было установлено, что для всех режимов работы ЛУЭ при заданной толщине свинцового фильтра максимальное отклонение показаний приборов от среднего значения серии измерений не превышает единицы процента. В дальнейшем по тексту под измеренным значением СМАЭД будет пониматься среднее значение серии измерений.

Для проверки линейности была проанализирована СМАЭД при изменении установленных ME на ЛУЭ при одной и той же толщине свинцового фильтра. Под линейностью в настоящей

**Табл.3.** Результат измерения СМАЭД для ЛУЭ Elekta Infinity для режима работы 6 МВ. Значения в таблице приведены в мЗв/ч.

Прибор	Установ. МЕ	Толщина свинцового фильтра, мм				
		50	80	100	120	150
ДКС-АТ5350 (Опорные значения)	40	230	55,4	21,5	8,77	2,63
	80	467	111	44,0	17,8	5,32
	160	964	228	90,0	36,7	11,0
	320	1 937	460	181	73,8	22,1
	640	3 849	912	361	146	43,5
ДКС-АТ1123	40	168	51,7	20,7	8,26	2,44
	80	331	101	42,2	16,8	5,17
	160	588	201	85,8	35,2	10,6
	320	890	371	181	70,6	21,7
	640	1050	640	350	140	43,7
БДКГ-206	40	122	46,8	20,3	8,17	2,53
	80	244	94	40,6	16,4	5,10
	160	497	193	83,2	33,5	10,4
	320	998	395	170	67,7	21,1
	640	2 026	795	339	136	42,3

**Табл.4.** Результат измерения СМАЭД для ЛУЭ Varian VitalBeam для режима работы 6 МВ. Значения в таблице приведены в мЗв/ч.

Прибор	Установ. МЕ	Толщина свинцового фильтра, мм				
		50	80	100	120	150
ДКС-АТ5350 (Опорные значения)	5	30	7,14	2,85	1,201	0,425
	20	120	28,6	11,4	4,76	1,67
	60	360	86	34,2	14,3	4,97
	200	1 188	285	114	47,7	16,6
	600	3 468	849	340	143	49,8
ДКС-АТ1123	20	86,6	28,9	11,1	5,02	1,73
	60	251	84	34,3	14,5	4,99
	200	697	257	115	47,9	16,2
	600	1300	629	346	144	49,1
БДКГ-206	5	15	6,69	3,01	1,270	0,418
	20	59	27,0	12,0	5,06	1,73
	60	178	81	36,2	15,2	5,1
	200	608	272	121	50,6	17,0
	600	1 831	849	364	152	51,3

работе понимается способность обеспечивать пропорциональность показаний измерений относительно установленной СМАЭД. О линейности можно судить исходя из того факта, что изменение МЕ происходит за счет кратного изменения частоты следования импульсов (статья [3], табл. 5 и 6), что приводит к кратному изменению СМАЭД.

**Табл.5.** Результат измерения СМАЭД для ЛУЭ Varian VitalBeam для режима работы 10 МВ. Значения в таблице приведены в мЗв/ч.

Прибор	Установ. МЕ	Толщина свинцового фильтра, мм				
		50	80	100	120	150
ДКС-АТ5350 (Опорные значения)	5	36	8,37	3,31	1,353	0,417
	20	143	33,6	13,3	5,38	1,66
	60	430	101	40,2	16,2	4,9
	200	1 418	336	134	54,0	16,5
	600	4 116	998	400	162	49,6
ДКС-АТ1123	20	94	34,6	13,5	5,72	1,72
	60	271	101	41,4	16,6	5,0
	200	740	311	138	55,2	16,4
	600	1 333	673	420	167	49,6
БДКГ-206	5	15	7,80	3,59	1,440	0,434
	20	61	32	14,4	5,86	1,72
	60	180	95	43,2	17,7	5,2
	200	609	318	145	59,0	17,3
	600	1 832	1 006	422	177	52,1

**Табл.6.** Результат измерения СМАЭД для ЛУЭ Varian VitalBeam для режима работы 15 МВ. Значения в таблице приведены в мЗв/ч.

Прибор	Установ. МЕ	Толщина свинцового фильтра, мм			
		80	100	120	150
ДКС-АТ5350 (Опорные значения)	20	33,4	13,4	5,34	1,79
	60	100	39,4	16,2	5,22
	200	334	132	53,7	17,5
	600	994	394	161	52,4
ДКС-АТ1123	20	32,2	14,1	4,87	1,72
	60	97	40,5	16,2	5,2
	200	300	131	54,7	16,7
	600	712	373	166	50,1
БДКГ-206	20	24,2	12,8	5,67	1,74
	60	73	38,8	17,1	5,3
	200	246	130	57,3	17,4
	600	759	396	173	52,0

Общая схема измерения приведена на рис.2. Измерение СМАЭД поля фотонного излучения ЛУЭ при помощи дозиметра ДКС-АТ1123 приведено на рис.3. Результаты измерений приведены в табл.3–7. Дополнительно в табл.8 приведены значения МАЭД в импульсе, рассчитанные в точке измерения для заданного режима работы ЛУЭ при заданной толщине свинцового фильтра [3]. Измерения проводились только в тех контрольных точках, где МАЭД в единичном импульсе была менее 1,3 Зв/с.

Анализ результатов, представленных в табл. 3–8, показывает, что при МАЭД в импульсе меньшей, чем 0,2 Зв/с, отклонение значений СМАЭД, измеренных при помощи дозиметра либо БД от опорных величин, не превышает 10%. Значение МАЭД в импульсе менее 0,2 Зв/с достигается

**Табл.7.** Результат измерения СМАЭД для ЛУЭ Varian Clinac iX для режима работы 18 МВ. Значения в таблице приведены в мЗв/ч.

Прибор	Установ. МЕ	Толщина свинцового фильтра, мм			
		80	100	120	150
ДКС-АТ5350 (Опорные значения)	20	157,7	63,5	27,38	10,50
	60	313	126,0	54,3	20,89
	200	624	251	108,1	41,8
	600	934	376	162	63,1
ДКС-АТ1123	20	148,3	62,4	26,83	9,5
	60	285	120,7	54,5	19,1
	200	515	232	109,1	38,0
	600	687	350	163	57,0
БДКГ-206	20	116,8	61,5	27,50	9,54
	60	233	122,9	54,9	19,1
	200	473	247	109,9	38,2
	600	717	376	166	56,9

**Табл.8.** МАЭД в импульсе для различных значений примененного свинцового фильтра на расстоянии 2000 мм от излучателя.

Толщина свинцового фильтра, мм	Electa Infinity	Varian VitalBeam, Varian Clinac iX			
	6 МВ, Зв/с	6 МВ, Зв/с	10 МВ, Зв/с	15 МВ, Зв/с	18 МВ, Зв/с
0	22,4	14,7	14,8	28,6	27,5
50	1,418	0,845	0,996	1,907	1,789
80	0,337	0,203	0,239	0,458	0,428
100	0,132	0,081	0,094	0,181	0,172
120	0,054	0,033	0,037	0,073	0,074
150	0,016	0,012	0,011	0,024	0,028

для любого режима работы при условии использования свинцового фильтра толщиной 100 мм. В этих точках прослеживается линейность.

При значениях МАЭД в импульсе, лежащих в интервале 0,2–0,5 Зв/с при увеличении частоты импульсов (установке максимальных значений МЕ) наблюдается увеличение отклонения измеренных значений СМАЭД от опорных вплоть до 33% (толщина свинцового фильтра при этом составляет 80 мм). Линейность в этих условиях уже не прослеживается. Этот факт отражен на кривой типовой зависимости максимальной мощности дозы в импульсе от частоты и длительности импульса (рис.1).

При значениях МАЭД в импульсе больших, чем 0,5 Зв/с, отклонение измеренных значений СМАЭД от опорных величин достигает 72% (толщина свинцового фильтра составляет 50 мм).

Таким образом, установлено, что при проведении измерений в точках, в которых максимальное значения СМАЭД не превышает условий, приведенных в табл.2 (а именно: МАЭД в единичном импульсе менее 0,2 Зв/с), отклонения показаний дозиметра и БД от опорных величин не будут превышать 10%.

Следует отметить, что при использовании свинцового фильтра толщиной более 50 мм значение СМАЭД, генерируемое ЛУЭ в точке измерения, не превышает пределов измерения для импульсного излучения, приведенных в табл.1 для дозиметра ДКС-АТ1123. Из этого можно сделать вывод, что при использовании дозиметрического оборудования в полях ИМкФИ необходимо оценивать не только СМАЭД, но и МАЭД в импульсе. Применительно к дозиметрическому оборудованию и схеме измерений, используемым в данной работе, условия соответствия по СМАЭД 0,1 Зв/ч – 10 Зв/ч и МАЭД в импульсе  $< 0,2$  Зв/с достигаются путем применения свинцового фильтра толщиной 100 мм для всех рассматриваемых режимов работы ЛУЭ.

### Заключение

В статье были представлены результаты испытаний и произведена оценка работоспособностей дозиметра ДКС-АТ1123 и экспериментального образца блока детектирования БДКГ-206 при работе в полях импульсного микросекундного фотонного излучения, генерируемых линейным ускорителем электронов. Оценка работоспособности данного дозиметрического оборудования в полях ИМкФИ производилась путем сравнения показаний приборов при измерении СМАЭД с опорными величинами, полученными при помощи эталонного дозиметра ДКС-АТ5350.

Было установлено, что для минимизации отклонений показаний дозиметра и БД от опорных величин необходимо, чтобы значение МАЭД в импульсе, генерируемое ЛУЭ в точке измерения, не превышало 0,2 Зв/с. При заданных условиях измерения (установленный режим работы ЛУЭ согласно публикации [3], точка измерения расположена на расстоянии 2 м от излучателя) значение МАЭД в импульсе  $< 0,2$  Зв/с достигается путем использования свинцового фильтра толщиной 100 мм. При этом максимальное отклонение измеренных величин от опорных не превышает 10%.

На основании полученных результатов можно сделать следующий вывод: линейный ускоритель электронов может быть использован в качестве источника поля эталонного импульсного микросекундного фотонного излучения для калибровки и проверки работоспособности дозиметра ДКС-АТ1123 и блока детектирования БД-206. Также следует отметить, что дозиметр ДКС-АТ1123 и блок детектирования БДКГ-206 могут быть использованы для работы в полях ИМкФИ, однако неопределенность результатов при таких измерениях в значительной степени зависит от МАЭД в импульсе.

Авторы публикации выражают глубокую благодарность директору предприятия «АТОМТЕХ», к.т.н. Кожемякину В.А. за полезные замечания и рекомендации при ее подготовке.

### Литература

1. Загороднюк А.А., Тараев А.Ю., Лазаренко С.В., Комар Д.И. Влияние свинцового фильтра на среднюю энергию фотонного излучения медицинского линейного ускорителя электронов // АНРИ. 2023. № 2(113) С. 13-24.
2. Загороднюк А.А., Тараев А.Ю., Лазаренко С.В. О возможности использования медицинских линейных ускорителей электронов в качестве поля эталонного импульсного фотонного излучения // Приборы и методы измерений. 2023. Т. 14. № 3. С. 179-190.
3. Тараев А.Ю., Загороднюк А.А., Богдан М.А., Лазаренко С.В. Оценка характеристик полей фотонного излучения медицинских линейных ускорителей электронов различных производителей // АНРИ. 2023. № 4(115). С. 19-31.

4. Мартынюк Ю.Н., Нурлыбаев К., Ревков А.А. Дозиметрия импульсного излучения // АНРИ. 2018. № 1(92). С. 2-11.
5. Дозиметры рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1121, ДКС-АТ1123. URL: <https://atomtex.com/ru/dozimetry-rentgenovskogo-i-gamma-izlucheniya-dks-at1121-dks-at1123> (accessed August 20, 2023).
6. Дозиметр ДКС-АТ5350/1. URL: <https://atomtex.com/ru/oborudovanie-dlya-kalibrovki-i-poverki-dozimetry-etalonnye/dozimetr-dks-at53501> (accessed August 20, 2023).
7. VitalBeam System Specifications. URL: <https://protech-solutions.com.ua/assets/files/varian-vitalbeam.pdf> (accessed August 20, 2023).
8. Clinac iX accelerator. System specifications. URL: <https://protech-solutions.com.ua/assets/files/varian-clinac-ix.pdf> (accessed August 20, 2023).
9. Elekta Medical Linear Accelerator. Site Planning Construction Information. Elekta Limited, 2014, 112 p.
10. L.W. Brady, T.E. Yaeger, «Encyclopedia of Radiation Oncology», Springer, 2013, 1015 p.

## Assessment of Dosimetric Equipment Functioning During Measurements in the Fields of Pulsed Microsecond Photon Radiation with Known Characteristics

Taraev Aleksandr, Lazarenko Sergey, Zaharadniuk Aleksei, Masiukovich Maksim  
(ATOMTEX SPE, Minsk, Republic of Belarus)

**Abstract.** This paper continues the series of articles [1,2,3] devoted to the determination of the main dosimetric characteristics of the fields of high-energy pulsed microsecond photon radiation generated by medical linear electron accelerator (LINAC for short) and assessment of the possibility of using LINAC as a source of reference radiation field for calibration of dosimetric equipment. This publication presents the results of evaluation of the portable dosimeter DKS-AT1123 and detection unit BDKG-206 when measuring in such fields under different modes of LINAC operation. The possibility of this dosimetric equipment operation in the fields was assessed by comparing dosimeter readings with reference values of dosimetric characteristics of these fields, namely: average ambient dose equivalent rate  $\dot{H}^*(10)$ , measured with the help of high-precision reference dosimeter DKS-AT5350. It was found that the deviation of  $\dot{H}^*(10)$  measurements conducted with the help of the DKS-AT1123 and BDKG-206 from the reference values strongly depends on the radiation properties, namely the  $\dot{H}^*(10)$  value in the pulse. It is shown that at the  $\dot{H}^*(10)$  value in the pulse less than 0,2 mSv/s the deviation does not exceed 10%, at the  $\dot{H}^*(10)$  value in the pulse 0,2–0,4 mSv/s the deviation does not exceed 33%, and at the  $\dot{H}^*(10)$  value in the pulse more than 0,5 mSv/s the deviation can reach 72%.

**Key words:** Monte Carlo modelling, medical linear electron accelerator, pulsed photon radiation, portable dosimetric equipment.

А.Ю.Тараев (вед.инж.), С.В.Лазаренко (вед.инж.), А.А.Загороднюк (вед.инж.),  
М.В.Масюкович (вед.инж.) – Научно-производственное унитарное предприятие  
«АТОМТЕХ», г. Минск, Республика Беларусь

Контакты: тел. +375 29 171-13-72; e-mail: zaharadniuk\_aa@atomtex.com