

СОГЛАСОВАНО



Директор УП «Атомтех»

В.А. Кожемякин

2005 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ



Н.А. Жагора

2005 г.

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

5

Дозиметр рентгеновского излучения
ДКР-АТ1103М

Методика поверки

ТИАЯ.412159.016 МП

МРБ МП, 1446-2005,



Верно

Главный инженер

В.В. Тарасенко

11.06.2005

2005

Содержание

1	Нормативные ссылки	3
2	Операции поверки	4
3	Средства поверки.....	4
4	Требования к квалификации поверителей	5
5	Требования безопасности	5
6	Условия поверки.....	6
7	Подготовка к поверке.....	6
8	Проведение поверки.....	7
8.1	Внешний осмотр.....	7
8.2	Опробование	7
8.3	Определение метрологических характеристик	8
9	Оформление результатов поверки	11
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки		12
Библиография		14



Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на дозиметр рентгеновского излучения ДКР-АТ1103М (далее - дозиметр) и устанавливает методы и средства поверки.

Настоящая МП разработана в соответствии с требованиями ТКП 8.003.

Первичной поверке подлежат дозиметры утвержденного типа при выпуске из производства.

Периодической поверке подлежат дозиметры, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через установленный межповерочный интервал.

Межповерочный интервал – 12 мес.

Внеочередной поверке до окончания срока действия периодической поверки подлежат дозиметры после ремонта. Внеочередная поверка после ремонта проводится в объеме, установленном для первичной поверки.

Поверка дозиметров должна осуществляться юридическими лицами государственной метрологической службы или аккредитованными поверочными лабораториями других юридических лиц.

1 Нормативные ссылки

1.1 В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 8.003-2011 (03220) Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Правила проведения работ.

ТКП 181-2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок.

СТБ ISO 4037-1-2014 Эталонные рентгеновские и гамма-излучения для калибровки дозиметров и измерителей мощности дозы и определения их отклика как функции энергии фотона. Часть 1. Характеристики и методы получения излучения.

СТБ ISO 4037-3-2013 Эталонные рентгеновские и гамма-излучения для калибровки дозиметров и измерителей мощности дозы и определения их отклика как функции энергии фотона. Часть 3. Калибровка дозиметров окружающей среды и индивидуальных дозиметров и измерение их отклика в зависимости от энергии и угла падения излучения.

ГОСТ 8.087-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Установки дозиметрические рентгеновского и гамма-излучений эталонные. Методика поверки по мощности экспозиционной дозы и мощности кермы в воздухе.

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ IEC 61010-1-2014 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.



2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	8.3	Да	Да
3.1 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности направленного эквивалента дозы непрерывного рентгеновского и гамма-излучения	8.3.1		
3.2 Определение энергетической зависимости	8.3.2.1	Да	Да*
	8.3.2.2	Нет	Да*
4 Оформление результатов поверки	9	Да	Да
* Проводят по 8.3.2.1 или 8.3.2.2 настоящей МП в соответствии с заявкой на поверку.			
Примечание – При получении отрицательного результата при проведении той или иной операции дальнейшая поверка должна быть прекращена.			

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Номер пункта МП	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки	Метрологические и основные технические характеристики эталонов и вспомогательных средств поверки
8.3.1	Эталонная дозиметрическая установка гамма-излучения по ГОСТ 8.087 с радионуклидным источником ^{241}Am	Диапазон мощности кермы в воздухе от 44,0 нГр/ч до 62,9 мкГр/ч или мощности экспозиционной дозы от 5 мкР/ч до 7,19 мР/ч. Доверительные границы относительной погрешности ($P=0,95$) не более $\pm 5\%$
8.3.2.1	Эталонная дозиметрическая установка гамма-излучения по ГОСТ 8.087 с радионуклидными источниками ^{55}Fe , ^{109}Cd , ^{57}Co , ^{241}Am	Диапазон мощности кермы в воздухе от 0,62 до 31,20 мкГр/ч. Доверительные границы относительной погрешности ($P=0,95$) не более $\pm 5\%$



Номер пункта МП	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки	Метрологические и основные технические характеристики эталонов и вспомогательных средств поверки
8.3.2.2	Эталонная дозиметрическая установка рентгеновского излучения по ГОСТ 8.087	Диапазон мощности кермы в воздухе от 0,62 до 31,20 мкГр/ч. Доверительные границы относительной погрешности ($P=0,95$) не более $\pm 5\%$
6.1	Термогигрометр ИВА-6Н-Д	Диапазон измерений температуры от минус 20 °С до плюс 60 °С. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С. Диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 98 %. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 2\%$. Диапазон измерений атмосферного давления от 300 до 1100 гПа. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2,5$ гПа
6.1	Дозиметр гамма-излучения МКС-АТ1125	Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения от 0,05 до 10 мкЗв/ч. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 15\%$
Примечания 1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик дозиметров с требуемой точностью. 2 Все средства поверки должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке. 3 Расчет контрольной суммы проводится стандартными средствами, например, Total Commander, Double Commander.		

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускаются лица, подтвердившие компетентность выполнения данного вида поверочных работ.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования [1] и [2], а также:

- требования безопасности, установленные ГОСТ ИЕС 61010-1 (степень загрязнения 2) для оборудования класса защиты III по ГОСТ 12.2.007.0;
- правила технической эксплуатации электроустановок потребителей в соответствии с ТКП 181;
- требования инструкций по технике безопасности и по радиационной безопасности, действующие в организации;



6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| – температура окружающего воздуха | от 15 °С до 25 °С; |
| – относительная влажность воздуха | от 30 % до 80 %; |
| – атмосферное давление | от 84 до 106 кПа; |
| – фон гамма-излучения | не более 0,20 мкЗв/ч. |

7 Подготовка к поверке

7.1 Подготовка к поверке эталонов и вспомогательных средств поверки осуществляется в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.2 Поверка дозиметра осуществляется при полностью заряженном блоке аккумуляторов.

7.3 При подготовке к поверке необходимо:

- а) ознакомиться с руководством по эксплуатации (далее – РЭ) на дозиметр;
- б) извлечь дозиметр из упаковки и расположить его на рабочем месте;
- в) подготовить дозиметр к работе в соответствии с разделом 2 РЭ.



8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяют:

– соответствие комплектности поверяемого дозиметра эксплуатационной документации;

– наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);

– наличие четкой маркировки;

– отсутствие загрязнений, механических повреждений, влияющих на работу дозиметра.

По результатам внешнего осмотра делают отметку в протоколе поверки (приложение А).

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проводят:

– проверку выполнения самоконтроля;

– подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) дозиметра.

8.2.2 Самоконтроль дозиметра проводят в соответствии с разделом 3 РЭ (3.2.2). При успешном завершении самоконтроля дозиметр должен перейти в режим, установленный при предыдущем включении.

Примечание – При обнаружении ошибки в процессе тестирования дозиметр выдает прерывистый звуковой сигнал, а на табло появляется мигающее сообщение «Err xx», где xx – код ошибки. В этом случае дальнейшая работа с дозиметром невозможна.

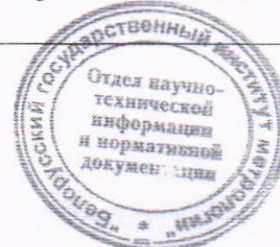
8.2.3 Подтверждение соответствия ПО дозиметра проводят идентификацией ПО и проверкой обеспечения защиты ПО от несанкционированного доступа во избежание искажения результатов измерений.

Проверка соответствия встроенного ПО осуществляется проверкой отсутствия сообщений об ошибках тестов самоконтроля и целостности пломбы на приборе.

Для проверки прикладного ПО «ATexch» необходимо проверить соответствие цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода), полученного по методу MD5 с помощью программы для расчета контрольной суммы (Total Commander, Double Commander), с указанным в разделе «Свидетельство о приемке» РЭ.

Таблица 8.1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
«ATexch»	ATexch.exe	1.1.6.107; 1.x.y.z ¹⁾	b78b4712e5ee7b377 98eee83d6d10923 ²⁾	MD5
¹⁾ x, y, z – составная часть номера версии ПО: x, y принимаются равными от 0 до 99, z – от 1 до 999.				
²⁾ Контрольная сумма относится к текущей версии ПО.				
Примечание - Идентификационные данные для версии ПО вносят в раздел «Свидетельство о приемке» РЭ и в протокол поверки.				



Результаты опробования считают удовлетворительными, если дозиметр после прохождения самоконтроля перешел в режим, установленный при предыдущем включении, отсутствуют сообщения об ошибках и идентификационные данные ПО соответствуют приведенным в таблице 8.1. Результаты опробования заносят в протокол поверки (приложение А).

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности направленного эквивалента дозы непрерывного рентгеновского и гамма-излучения

Определение основной относительной погрешности при измерении мощности направленного эквивалента дозы непрерывного рентгеновского и гамма-излучения (далее – мощность дозы) проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения с использованием источника ^{241}Am в контрольных точках 1-4 согласно таблице 8.2.

Коэффициент перехода к единицам направленного эквивалента дозы $H'(0,07)$ от единиц кермы в воздухе для энергии 59,5 кэВ радионуклида ^{241}Am равен 1,6 Зв/Гр.

Таблица 8.2

Номер контрольной точки i	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}'_{0i}(0,07)^*$, мкЗв/ч	Измерение мощности дозы в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
		Количество измерений	Статистическая погрешность, %, не более	
1	0,07	3	5	±15
2	0,70	3	2	
3	7,00	3	2	
4	70,00	3	2	
* Излучение должно соответствовать источнику ^{241}Am с оболочкой из нержавеющей стали с плотностью не менее 0,32 г/см ² (СТБ ISO 4037-1).				

Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы проводят в следующей последовательности:

а) устанавливают дозиметр на эталонную дозиметрическую установку гамма-излучения таким образом, чтобы его продольная ось, проходящая через центр детектора, совпадала с центральной осью пучка излучения. Направление излучения показано на рисунке 8.1.

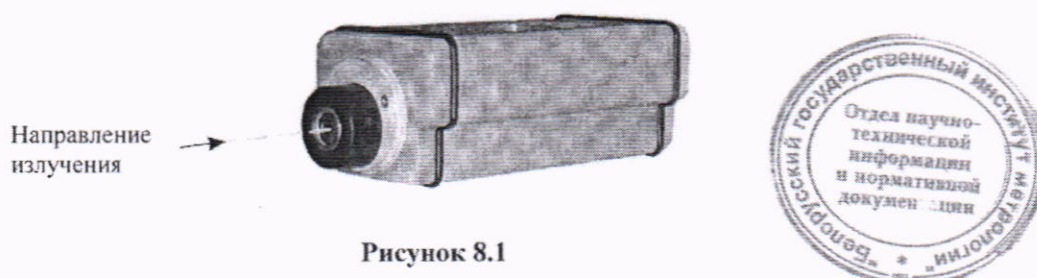


Рисунок 8.1

Отсчет расстояния от центра источника проводят до кольцевой риски на детекторе дозиметра, при этом защитный колпачок должен быть снят;

б) устанавливают расстояние, соответствующее мощности дозы 0,07 мкЗв/ч;

- в) включают дозиметр и устанавливают его в подрежим «1» режима «F1»;
- г) проводят измерение фона со статистической погрешностью 5 % и сохраняют значение в памяти дозиметра согласно методике раздела 3 РЭ;
- д) устанавливают режим измерения с автоматическим вычитанием фона;
- е) подвергают дозиметр воздействию излучения. Проводят по три измерения мощности дозы $\dot{H}'_i(0,07)$ со статистической погрешностью согласно таблице 8.2 и рассчитывают среднее арифметическое $\bar{\dot{H}}'_i(0,07)$.

В процессе непрерывного измерения на табло выводятся значения мощности дозы и соответствующие им значения статистической погрешности от 90 % до 1,0 %, а также размерность измеряемой физической величины.

Значение мощности дозы представляет собой результат автоматического усреднения отдельных текущих измерений за общее время измерения. В ходе непрерывного измерения значение статистической погрешности постепенно уменьшается.

Фиксируют показание при достижении значения статистической погрешности, указанного в таблице 8.2 для данной контрольной точки;

ж) устанавливают поочередно расстояния, соответствующие значениям мощности дозы 0,7; 7,0 и 70,0 мкЗв/ч, проводят измерения по 8.3.1 (е), при этом ранее измеренное и сохраненное в памяти значение фона вычитается автоматически;

и) для каждой i -й контрольной точки рассчитывают значения доверительных границ основной погрешности Δ_i , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$\Delta_i = 1,1 \sqrt{\theta_{0i}^2 + \theta_{pri}^2}, \quad (8.1)$$

где θ_{0i} – погрешность эталонной дозиметрической установки в i -й контрольной точке, %, приведенная в свидетельстве о поверке на установку;

θ_{pri} – относительная погрешность измерения мощности дозы гамма-излучения в i -й контрольной точке, %, вычисляемая по формуле

$$\theta_{pri} = \frac{\bar{\dot{H}}'_i(0,07) - \dot{H}'_{0i}(0,07)}{\dot{H}'_{0i}(0,07)} \cdot 100, \quad (8.2)$$

где $\bar{\dot{H}}'_i(0,07)$ – среднее арифметическое мощности дозы, полученное по трем измерениям в i -й контрольной точке, мкЗв/ч;

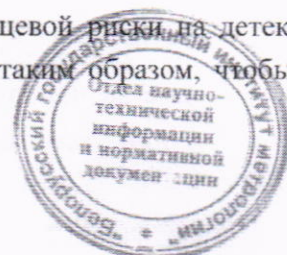
$\dot{H}'_{0i}(0,07)$ – мощность дозы в контрольной точке, мкЗв/ч.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если ни одно из рассчитанных по формуле (8.1) значений Δ_i не превышает ± 15 %. Результаты измерений заносят в протокол поверки (таблица А.3, приложение А).

8.3.2 Определение энергетической зависимости

8.3.2.1 Определение энергетической зависимости проводят в контрольных точках 1-4, последовательно устанавливая на эталонной дозиметрической установке радионуклидные источники в соответствии с таблицей 8.3, в следующей последовательности:

а) устанавливают расстояние от центра источника до кольцевой риски на детекторе дозиметра, соответствующее значению мощности дозы $\dot{H}'_{0i}(0,07)$, таким образом, чтобы его



продольная ось, проходящая через центр детектора, совпадала с центральной осью пучка излучения (см. рисунок 8.1).

Примечание – Значения $\dot{H}'_{0i}(0,07)$ рекомендуется выбирать в интервале от 0,5 до 50 мкЗв/ч;

б) включают дозиметр и устанавливают подрежим «1» режима «F1»;

Таблица 8.3

Номер контрольной точки i	Энергия излучения, кэВ	Тип источника	Коэффициент перехода к единицам направленного эквивалента дозы $\dot{H}'(0,07)$ от единиц кермы в воздухе, Зв·Гр ⁻¹	Энергетическая зависимость, %, в пределах
1	59,5	²⁴¹ Am *	1,60	-
2	122,0	⁵⁷ Co	1,49	±30
3	22,0	¹⁰⁹ Cd	1,09	±35
4	5,9	⁵⁵ Fe	0,84	±35
* Оболочка источника должна состоять из нержавеющей стали с плотностью не менее 0,32 г/см ² (СТБ ISO 4037-1).				
Примечания 1 Поверка в контрольных точках 1-3 проводится в поддиапазоне энергий от 20 до 160 кэВ. 2 Поверка в контрольных точках 3 и 4 проводится в поддиапазоне энергий от 5 до 25 кэВ.				

в) устанавливают дозиметр на эталонную дозиметрическую установку в контрольную точку 1 и подвергают воздействию излучения с заданной мощностью дозы $\dot{H}'_{01}(0,07)$. Проводят измерение мощности дозы. При статистической погрешности 5 % фиксируют показание дозиметра $\dot{H}'_1(0,07)$.

Проводят измерение для каждой i -й контрольной точки в соответствии с таблицей 8.3.

Примечание – Если хотя бы в одной из контрольных точек значение мощности дозы меньше рекомендуемого нижнего значения 1 мкЗв/ч, то предварительно проводят измерение фона, запоминают его и дальнейшие измерения проводят в режиме с вычитанием фона;

г) определяют коэффициент чувствительности K_{ei} и энергетическую зависимость δ_{ei} , %, по формулам

$$K_{ei} = \frac{\dot{H}'_i(0,07)}{\dot{H}'_{0i}(0,07)}, \quad (8.3)$$

$$\delta_{ei} = \frac{K_{ei} - K_{e1}}{K_{e1}} \cdot 100, \quad (8.4)$$



где K_{e1} – коэффициент чувствительности для энергии 59,5 кэВ источника гамма-излучения ²⁴¹Am, рассчитываемый по формуле (8.3).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если энергетическая зависимость не превышает значений, приведенных в таблице 8.3. Результаты измерений заносят в протокол поверки (таблица А.4, приложение А).

8.3.2.2 Определение энергетической зависимости при измерении мощности дозы рентгеновского излучения проводят на эталонных дозиметрических установках рентгеновского излучения в режимах серии L (с «низкими значениями мощности кермы в воздухе») или в

режимах серии N (с «узким спектром») по ГОСТ 8.087 (для диапазона энергий от 5 до 25 кэВ допускается использовать другие режимы рентгеновского излучения) в следующей последовательности:

- а) выбирают значения $\dot{H}'(0,07)$ в диапазоне от 0,5 до 50 мкЗв/ч;
- б) проводят поверку для каждого режима излучения в пределах энергетического диапазона дозиметра по 8.3.2.1.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если энергетическая зависимость в диапазоне от 5 до 25 кэВ не превышает $\pm 35\%$, а в диапазоне от 20 до 160 кэВ не превышает $\pm 30\%$. Результаты измерений заносят в протокол поверки (таблица А.4, приложение А).

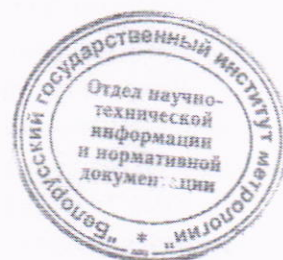
9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении А.

9.2 Если по результатам поверки дозиметр признан пригодным к применению, то результаты оформляют:

- а) при выпуске дозиметра из производства:
 - записью о поверке в разделе «Свидетельство о приемке» РЭ, заверенной подписью поверителя и оттиском поверительного клейма;
 - нанесением клейма-наклейки поверителя на торцевую поверхность корпуса дозиметра;
- б) при эксплуатации и после ремонта дозиметра – нанесением клейма-наклейки и выдачей свидетельства о поверке по форме в соответствии с приложением Г ТКП 8.003.

9.3 Если по результатам поверки дозиметр признан непригодным к применению, поверительное клеймо гасится, свидетельство о поверке аннулируется, выписывается заключение о непригодности по форме в соответствии с приложением Д ТКП 8.003.



Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

Протокол № _____

поверки дозиметра ДКР-АТ1103М зав. № _____
принадлежащего _____
наименование организации

Изготовитель _____
наименование изготовителя

Дата проведения поверки _____

Поверка проводится по _____
обозначение документа, по которому проводят поверку

Средства поверки

Таблица А.1

Наименование и тип СИ	Заводской номер

Условия поверки

- температура окружающего воздуха _____ °С;
- относительная влажность воздуха _____ %;
- атмосферное давление _____ кПа;
- фон гамма-излучения _____ мкЗв/ч.

Результаты поверки

А.1 Внешний осмотр _____
соответствует/не соответствует

А.2 Опробование

- самоконтроль _____
соответствует/не соответствует



— соответствие ПО

Таблица А.2

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
«ATexch»	ATexch.exe			MD5

Результаты соответствия ПО _____

соответствует/не соответствует

А.3 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности направленного эквивалента дозы непрерывного рентгеновского и гамма-излучения

Таблица А.3

Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}'_{0i}(0,07)$, мкЗв/ч	Среднее арифметическое измеренной мощности дозы в контрольной точке $\bar{\dot{H}}'_i(0,07)$, мкЗв/ч	Относительная погрешность θ_{pri} , %	Доверительная граница основной относительной погрешности Δ_i , %	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
0,07				±15
0,70				
7,00				
70,00				

А.4 Определение энергетической зависимости

Таблица А.4

Тип источника	Энергия излучения, кэВ	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}'_{0i}(0,07)$, мкЗв/ч	Измеренное значение мощности дозы $\dot{H}'_i(0,07)$, мкЗв/ч	Коэффициент чувствительности K_{ei}	Энергетическая зависимость δ_{ei} , %	Энергетическая зависимость δ_{ei} , %, в пределах
^{241}Am	59,5					—
^{57}Co	122,0					±30
^{109}Cd	22,0					±35
^{55}Fe	5,9					±35

Заключение по результатам поверки _____

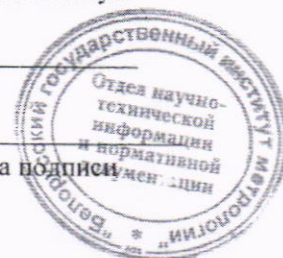
соответствует/не соответствует

Свидетельство (заключение о непригодности) № _____

Поверитель _____

подпись

расшифровка подписи



Библиография

- [1] СанПиН от 28.12.2012 №213 Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности»
- [2] СанПиН от 31.12.2013 №137 Санитарные нормы и правила «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения»



Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	Номер документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
5	Тир. лист	2-13	14, 15	—	15	ТИАЯ.78-2019	—	КА	06.04.2020

