РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА

RADIATSIONNAYA GYGIENA

Председатель редакционного совета
Г.Г. Онищенко

Главный редактор
И.К. Романович

Санкт-Петербургский ГИИГ

Том 2 № 2, 2009

gost.e-ecolog.ru

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Проведение радиационного контроля инспекционно-досмотровых ускорительных комплексов

Методические рекомендации

Москва
2008

1. Настоящие методические рекомендации разработаны авторским коллективом в составе: Барковский А.Н., Воробьев Б.Ф., Голиков В.Ю., Добрецкий Ю.Н., Мишин А.С. (ФГУП НИИРГ им. проф. Н.В. Рамзаева)

2. Утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 29 июля 2008 г. № 01/8152-8-26

Утверждены руководителем
Федеральной службы по надзору
в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
Г.Г. Онищенко 29 июля 2008 г.

ПРОВЕДЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ИНСПЕКЦИОННО-ДОСМОТРОВЫХ УСКОРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Методические рекомендации

1. Область применения

1.1. Настоящие методические рекомендации «Проведение радиационного контроля инспекционно-досмотровых ускорительных комплексов» (далее МР) разработаны с учетом требований «Норм радиационной безопасности (НРБ-99)» СП 2.6.1.758-99, «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99) СП 2.6.1.799-99 и «Гигиенических требований по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками» СанПиН 2.6.1.2369-08.

1.2. МР определяют порядок проведения радиационного контроля инспекционно-досмотровых ускорительных комплексов с ускорителями электронов с энергией до 10 МэВ (далее комплексов).

1.3. МР предназначены для органов и учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Ими могут руководствоваться организации, эксплуатирующие комплексы, при осуществлении на них радиационного контроля.

2. Нормативные ссылки

2.1. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 09.01.96.

2.2. «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)» СП 2.6.1.758-99.

2.3. «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)» СП 2.6.1.799-99.

2.4. «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками» СанПиН 2.6.1.2369-08.

3. Общие положения

3.1. Комплекс содержит техногенный источник ионизирующего излучения, представляющий потенциальную радиационную опасность для здоровья персонала и населения. Обращение с комплексами должно производиться в соответствие с требованиями ОСПОРБ-99 и СанПиН 2.6.1.2369-08.

3.2. Принцип действия комплексов основан на сканировании контролируемых объектов узким веерным пучком тормозного излучения с регистрацией полученного теневого изображения и компьютерной реконструкцией его с использованием специального программного обеспечения. Комплексы позволяют контролировать содержимое большегрузных автомобилей и контейнеров.

3.3. В качестве источника ионизирующего излучения в комплексе используется импульсный ускоритель электронов, относящийся к генерирующим источникам ионизирующего излучения, т.е. не содержащим радиоактивных веществ источникам, в которых ионизирующее излучение генерируется за счет изменения скорости заряженных частиц. В обесточенном состоянии комплекс не представляет радиационной опасности при перевозке и хранении.

3.4. Ускорители, используемые в составе комплексов, генерируют тормозное излучение с максимальной энергией фотонов не более 9 МэВ. При такой энергии фотоядерные реакции на большинстве ядер невозможны и опасность появления наведенной активности в контролируемом грузе, окружающей среде и конструкциях комплекса практически исключена.

3.5. Тормозное излучение ускорителей, используемых в составе комплексов, является импульсным (длительность импульсов 2–5 мкс, частота следования 200–400 Гц). Поэтому для проведения радиационного контроля на комплексах должны использоваться средства измерений, предназначенные для измерения импульсного фотонного излучения с максимальной энергией до 9 МэВ.

3.6. По характеру использования комплексы делятся на мобильные и стационарные (СанПиН 2.6.1.2369-08 п. 1.2.4.)

3.7. По конструктивным особенностям и технологии контроля комплексы разделяются (СанПиН 2.6.1.2369-08 п. 1.2.6.) на два типа:

– к комплексам первого типа относятся стационарные и мобильные комплексы с неподвижным источником ионизирующего излучения и движущимся объектом контроля;

– к комплексам второго типа относятся стационарные и мобильные комплексы с неподвижным объектом контроля и движущимся источником ионизирующего излучения.

3.8. Радиационный контроль мобильных (стационарных) комплексов проводится: на рабочих местах персонала и на границе зоны ограничения доступа (внешних поверхностях стен досмотрового зала) и включает:

– контроль максимальной мощности дозы тормозного излучения на рабочих местах персонала при работе комплекса;

– контроль радиационной обстановки на границе зоны ограничения доступа (на внешних поверхностях стен досмотрового зала) при работе комплекса;

– контроль максимальной мощности дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа в области пучка излучения при работе мобильного комплекса;

– индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения.

3.9. При проведении контроля радиационной обстановки на границе зоны ограничения доступа (на внешних поверхностях стен досмотрового зала) контролируемой величиной является максимальная мощность дозы тормозного излучения для комплексов 1-го типа или максимальная доза тормозного излучения за час работы для комплексов 2-го типа.

3.10. Для проведения радиационного контроля должны использоваться рентгеновские или гамма-дозиметры, имеющие действующее свидетельство о метрологической поверке и удовлетворяющие следующим техническим требованиям[1]:

[1] Перечисленным требованиям удовлетворяет, например, дозиметр рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1123 Он позволяет проводить измерения амбиентного эквивалента дозы и мощности амбиентного эквивалента дозы.

– нижняя граница энергетического диапазона – не более 50 кэВ;

– верхняя граница энергетического диапазона – не менее 9 МэВ;

– возможность измерения импульсного фотонного излучения с длительностью импульса – от 1,0 мкс;

– наличие режимов измерения средней мощности дозы импульсного излучения и дозы;

– наличие возможности измерения максимального за время измерения значения средней мощности дозы импульсного излучения;

– нижняя граница диапазона измерения мощности дозы импульсного фотонного излучения – не более 0,2 мкЗв/ч;

– нижняя граница диапазона измерения дозы импульсного фотонного излучения – не более 0,01 мкЗв.

4. Проведение радиационного контроля

4.1. Контроль максимальной мощности дозы тормозного излучения на рабочих местах персонала при работе комплекса

4.1.1. На рабочих местах персонала контролируется максимальное значение средней мощности дозы импульсного тормозного излучения при работе комплекса. Измерения проводятся при работе комплекса в штатном режиме излучателя. Для мобильных комплексов измерения проводятся при пониженной скорости сканирования (для снижения статистической погрешности результатов измерений). Если конструкция комплекса допускает использование персоналом режима с повышенным уровнем излучения, измерения проводятся при работе комплекса в этом режиме.

4.1.2. При проведении измерений в качестве контролируемого объекта рекомендуется использовать автоцистерну с водой или иной жидкостью или автомобиль, полностью загруженный бумажной продукцией, пластмассовыми изделиями или пищевой продукцией. Допускается использование для этой цели автомобилей, заполненных песком, цементом, различными видами минерального или органического сырья, удобрений, бетонными изделиями. При проведении измерений дозиметрический прибор переводится в режим измерения средней мощности дозы импульсного излучения. Питание прибора должно быть включено не менее чем за 5 минут до начала проведения измерений.

4.1.3. Измерения проводятся на рабочих местах персонала комплекса. При проведении измерений блок детектирования прибора должен быть направлен в сторону ускорителя. Он последовательно располагается на каждом рабочем месте на трех высотах от пола: 10 см, 90 см и 150 см. В каждой из этих точек проводятся измерения.

4.1.4. Прибор устанавливается в точку измерения, комплекс переводится в рабочее состояние, включается ускоритель и производится сканирование контролируемого объекта. Одновременно с включением ускорителя запускается дозиметр и производится измерение мощности дозы излучения за период сканирования. По окончании сканирования измерение прекращается и фиксируется максимальное значение мощности дозы, зарегистрированное за время измерения. Затем осуществляется сканирование в обратную сторону и проводится аналогичное повторное измерение в той же точке. По окончании измерения (после завершения сканирования) вновь фиксируется максимальное значение мощности дозы за время повторного измерения. Оба полученных результата измерений заносятся в протокол измерений, рекомендуемая форма которого приведена в приложении 1. Аналогичные измерения проводятся и для всех остальных точек измерения.

4.1.5. Рекомендуется в качестве максимальных значений мощности дозы тормозного излучения для каждой точки измерения использовать наибольшее из двух измеренных максимальных значений мощности дозы за время сканирования без вычитания вклада фона, не связанного с излучением ускорителя (за счет гамма-излучения природных радионуклидов, космического излучения, собственного фона используемого дозиметрического прибора и т.п.).

4.2. Контроль максимальной мощности дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа (внешней поверхности стен досмотрового зала)

4.2.1. Этот вид контроля проводится только для комплексов 1-го типа (с неподвижным источником и подвижным объектом контроля).

4.2.2. Контролируемой величиной на границе зоны ограничения доступа мобильных комплексов является максимальная средняя мощность дозы импульсного тормозного излучения при работе комплекса. В соответствии с СанПиН 2.6.1.2369-08 она не должна превышать 1,0 мкЗв/ч.

4.2.3. Измеряемой при проведении данного вида радиационного контроля величиной является средняя мощность дозы импульсного тормозного излучения в точке измерения.

4.2.4. Измерения проводятся при работе комплекса в штатном режиме без объекта контроля. Сканирование не производится. Если конструкция комплекса допускает использование персоналом режима с повышенным уровнем излучения, измерения проводятся при работе комплекса в этом режиме. При проведении измерений датчик прибора располагается в точке измерения на высоте 1 м над поверхностью земли и направляется в сторону комплекса. Прибор должен работать в режиме измерения средней мощности дозы импульсного излучения. Включение питания прибора производится не менее чем за 5 минут до начала измерений.

4.2.5. Расположение точек измерения на границе зоны ограничения доступа мобильного комплекса 1-го типа должно включать точку в зоне прямого пучка излучения, по две точки вправо и влево от нее с шагом 0,5 м, две точки в серединах отрезков передней (в направлении пучка излучения) границы зоны ограничения доступа от ее углов до пересечения с осью пучка излучения, четыре точки в углах зоны ограничения доступа, точки в серединах оставшихся трех сторон границы зоны ограничения доступа и две точки на расстоянии 1 м вправо и влево от средней точки задней границы зоны ограничения доступа.

Для стационарных комплексов 1-го типа точки измерения на внешней поверхности стен выбираются так же, как и для зоны ограничения доступа мобильных комплексов. Дополнительно проводятся измерения по центру въездных и выездных ворот, а в 5 центральных точках внешней поверхности передней стены измерения проводят для 4 высот: 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м, 2,0 м. При наличии примыкающих к задней стене досмотрового зала помещений для персонала измерения на ее внешней поверхности не проводятся.

4.2.6. Измерения в каждой точке проводятся при штатном режиме работы ускорителя. Время измерения выбирается таким, чтобы статистическая погрешность результатов измерения не превышала 10%. Результаты измерений заносятся в протокол измерений.

4.2.7. В качестве максимального значения мощности дозы тормозного излучения принимают максимальное среди всех измеренных величин во всех точках измерения значение мощности дозы без вычитания фона, не связанного с излучением ускорителя.

4.2.8. После завершения вышеописанных измерений для мобильного комплекса дополнительно проводят измерения максимальной мощности дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа в области пучка излучения, как это описано в разделе 4.4. Результаты измерений заносят в протокол и в дальнейшем используют для сравнения с результатами последующих измерений этой величины.

4.3. Контроль максимальной дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа (внешней поверхности стен досмотрового зала) за час работы комплекса

4.3.1. Этот вид контроля проводится только для комплексов 2-го типа (с подвижным источником и неподвижным объектом контроля).

4.3.2. Контролируемой величиной на границе зоны ограничения доступа мобильных (внешней поверхности досмотрового зала стационарных) комплексов 2-го типа является максимальная доза тормозного излучения за час работы комплекса

4.3.3. Измеряемой при проведении данного вида радиационного контроля величиной является доза тормозного излучения в точке измерения за одно сканирование.

4.3.4. Измерения проводятся при движении комплекса в штатном режиме сканирования контролируемых объектов без объекта контроля. Длина сканирования должна соответствовать максимальной длине сканирования, приведенной в технической документации. Если конструкция комплекса допускает использование персоналом режима с повышенным уровнем излучения, измерения проводятся при работе комплекса в этом режиме. При проведении измерений датчик прибора располагается в точке измерения на высоте 1 м над поверхностью земли и направляется в сторону комплекса. Прибор должен работать в режиме измерения дозы излучения. Включение питания прибора производится не менее чем за 5 минут до начала измерений.

4.3.5. Для мобильных комплексов типа HCV-Mobile, имеющих зону ограничения доступа размером 50×30 м, измерения проводят при штатном расположении комплекса на этой площадке в 16 точках границы зоны, приведенных на рисунке 4.1.

Для стационарных комплексов типа HCV Gantry, имеющих досмотровый зал размером 36×16 м (по наружной стене), измерения проводят в 15 точках внешней поверхности наружных стен и защитных ворот досмотрового зала, приведенных на рисунке 4.2.

4.3.6. В каждой точке измерения начинаются в момент включения ускорителя и начала сканирования. В течение всего времени сканирования измеряется доза излучения. Измерение завершается сразу после выключения ускорителя. Измеренная доза излучения в точке измерения за время сканирования фиксируется. Затем проводится аналогичное измерение этой величины при сканировании в обратную сторону. Результаты обоих измерений заносятся в протокол измерений. Таким образом, в каждой точке измерение проводится дважды: при сканировании вперед и сканировании назад. Регистрируются результаты обоих измерений.

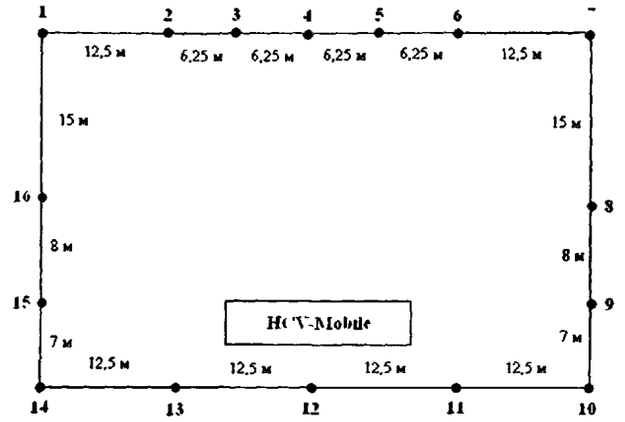
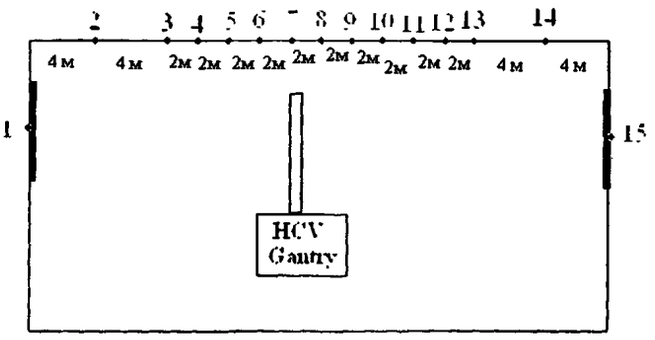


Рис. 4.1. Схема расположения точек измерения при проведении измерений максимальной дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа мобильного комплекса 2-го типа за одно сканирование.



Точки 1 и 15 располагаются посередине ворот

Рис. 4.2. Схема расположения точек измерения при проведении измерений максимальной дозы тормозного излучения на внешней поверхности стен и защитных ворот досмотрового зала стационарного комплекса 2-го типа за одно сканирование

4.3.7. В качестве максимального значения дозы тормозного излучения за одно сканирование принимают максимальное среди всех измеренных величин во всех точках измерения и для всех направлений сканирования значение дозы за одно сканирование без вычитания фона, не связанного с излучением ускорителя. Для получения величины максимальной дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа (на внешней поверхности стен досмотрового зала) за час работы комплекса умножают полученную величину на максимальное число сканирований за час работы комплекса, которое берется в соответствии с технической документацией. Для комплексов типа HCV-Mobile и HCV-Gantry максимальное число сканирований за час работы равно 25.

4.3.8. После завершения вышеописанных измерений, для мобильного комплекса дополнительно проводят из-

мерения максимальной мощности дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа в области пучка излучения, как это описано в разделе 4.4. Результаты измерений заносят в протокол и в дальнейшем используют для сравнения с результатами последующих измерений этой величины.

4.4. Контроль максимальной мощности дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа в области пучка излучения

4.4.1. Для оперативной проверки состояния радиационной защиты для мобильных комплексов проводится контроль максимальной величины мощности дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа при работе комплекса.

4.4.2. Измерения для комплексов 2-го типа проводятся при движении комплекса в штатном режиме сканирования без объекта контроля. Минимальная длина сканирования 5–6 м. Точка измерения должна находиться в середине области сканирования. Если конструкция комплекса допускает использование персоналом режима с повышенным уровнем излучения, измерения проводятся при работе комплекса в этом режиме.

Для мобильных комплексов 1-го типа измерения проводят так же, но сканирование осуществляется за счет перемещения дозиметра вдоль передней границы зоны ограничения доступа со скоростью не более 10 см/с на расстояние 5-6 м так, чтобы зона пучка излучения была примерно в середине области перемещения датчика прибора.

4.4.3. Измерения последовательно проводятся на четырех высотах: 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м и 2,0 м над поверхностью земли. Прибор должен работать в режиме измерения средней мощности дозы импульсного излучения. Включение питания прибора производится не менее чем за 5 минут до начала измерений.

4.4.4. Прибор устанавливается в первую точку измерения датчиком в сторону комплекса (0,5 м над поверхностью земли), комплекс переводится в рабочее состояние, включается ускоритель и производится сканирование перемещением (комплекса для комплексов 2-го типа или датчика прибора для комплексов 1-го типа). Одновременно с включением ускорителя начинается измерение средней мощности дозы импульсного фотонного излучения за период сканирования. По окончании сканирования измерение прекращается и фиксируется максимальное значение средней мощности дозы импульсного излучения, зарегистрированное за время измерения. Затем сканирование проводится в обратную сторону и проводится аналогичное измерение в той же точке. По окончании измерения (после завершения сканирования) вновь фиксируется максимальное значение средней мощности дозы импульсного излучения за время повторного измерения.

Оба результата измерений и полученное по ним среднее значение заносятся в протокол измерений. Аналогичные измерения проводятся и для трех остальных точек измерения на высоте 1,0 м, 1,5 м и 2,0 м над поверхностью земли.

4.4.5. Полученные для каждой из четырех точек измерения значения максимальной мощности дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа в области пучка излучения используются в качестве тестовых величин для сравнения с соответствующими результатами измерений по п.п. 4.2.8, 4.3.8.

4.5. Индивидуальный дозиметрический контроль персонала

4.5.1 С учетом того, что ИДУК являются источником импульсного тормозного излучения с длительностью импульса около 3 мкс и с максимальной энергией до 9 МэВ, для проведения измерений индивидуальных доз внешнего облучения персонала ИДУК рекомендуется использовать индивидуальные дозиметры на основе термолюминесцентных детекторов из фтористого лития или иные индивидуальные дозиметры, удовлетворяющие следующим требованиям:

– минимально регистрируемая доза не более 0,1 мЗв;

– энергетическая зависимость в диапазоне энергий фотонов 50 кэВ – 9,0 МэВ не более 30%;

– возможность использования для регистрации импульсного фотонного излучения с длительностью импульса от 1,0 мкс.

Прямопоказывающие электронные индивидуальные дозиметры на основе газоразрядных счетчиков для индивидуальной дозиметрии персонала ИДУК непригодны.

4.5.2. При проведении измерений индивидуальных доз внешнего облучения кроме индивидуальных дозиметров, раздаваемых персоналу, дополнительно раздают контрольные дозиметры.

Контрольные дозиметры предназначены для оценки вклада в показания индивидуального дозиметра фоновой дозы за счет естественного компонента излучения (гамма-излучение строительных материалов и космическое излучение), накапливаемой одновременно с дозой внешнего излучения техногенных источников в процессе ношения индивидуальных дозиметров. Для оценки вклада фоновой дозы в показания индивидуальных дозиметров следует один раз в год при проведении измерений индивидуальных доз у персонала одновременно выполнить измерения индивидуальных доз у сотрудников (не менее 10 человек), работающих в тех же условиях, но по роду своей деятельности не связанных с источниками ионизирующего излучения. В дальнейшем при оценке полученных результатов среднее значение фоновой дозы следует вычитать из показаний индивидуальных дозиметров, носимых персоналом. Контрольные дозиметры постоянно «сопровождают» индивидуальные дозиметры до их раздачи персоналу и после их сбора до начала измерений.

4.5.3. Каждый сотрудник, получающий индивидуальный дозиметр, инструктируется о правилах его ношения.

При работе с индивидуальными дозиметрами должны соблюдаться следующие основные правила:

- дозиметр должен носиться персоналом в течение всего рабочего дня в нагрудном кармане;
- категорически запрещается передавать индивидуальные дозиметры другим лицам или оставлять их где-либо в течение рабочего дня;
- после окончания работы как индивидуальные, так и контрольные дозиметры должны оставляться в помещениях, в которых нет источников ионизирующего излучения;
- запрещается вскрывать индивидуальный дозиметр, а также подвергать его умышленному воздействию ионизирующего излучения, повышенной температуры, влаги и агрессивных сред.

4.5.4 Раздача персоналу и сбор индивидуальных термолюминесцентных дозиметров осуществляется в течение одного дня после их получения или истечения срока, установленного для их ношения, соответственно. Номера

розданных дозиметров и даты их раздачи и сбора заносятся в «Журнал учета результатов индивидуального дозиметрического контроля» (приложение 2). Показания дозиметров должны быть считаны не позднее одного дня после их сбора. При большем времени необходимо учитывать дозу, полученную дозиметрами за время их транспортировки и хранения.

4.5.5. По результатам индивидуального дозиметрического контроля для персонала группы А должна оцениваться годовая индивидуальная эффективная доза.

Приложение 1

Рекомендуемая форма протокола измерений

НАИМЕНОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ, ПРОВОДИВШЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ

Номер, дата и срок действия аккредитации на проведение измерений

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель аккредитованной
лаборатории радиационного контроля
_____ Фамилия И.О.
«___» _____ 200_ г.
М.П.

ПРОТОКОЛ

радиационного контроля инспекционно-досмотрового комплекса

1. Наименование организации, место и дата проведения измерений:_____

_____

2. Объект испытаний:

модель _____ зав. № _____ год выпуска _____ год ввода в эксплуатацию _____

3. Данные об используемых измерительных приборах:

№ п/п	Модель	Зав. №	Номер и дата свидетельства о поверке	Срок действия

4. Нормативная и техническая документация:

5. Условия проведения измерений:

6. Результаты измерений:

6.1. Максимальная мощность дозы тормозного излучения на рабочих местах персонала, мкЗв/ч

	Высота над полом, см		
	10	90	150
Сканирование вперед			
Сканирование назад			
Максимальное значение			

Примечание: число таких таблиц равно числу рабочих мест операторов (водителя)

6.2. Мощность дозы (доза за одно сканирование) на границе зоны ограничения доступа (на внешней поверхности стен досмотрового зала), мкЗв/ч (нЗв)

Номер точки	Сканирование вперед	Сканирование назад	Максимум точки
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

11	
12	
13	
14	
15	
16	
Максимальная мощность дозы (дозы за 1 сканирование)	
Максимальная доза за час работы комплекса	

6.3. Максимальные значения мощности дозы тормозного излучения на границе зоны ограничения доступа в области пучка излучения, мкЗв/ч

Высота над землей, см	Сканирование вперед	Сканирование назад	Среднее значение	Статистическая погрешность, %
50				
100				
150				
200				

Измерение проводили:

_____ Фамилия И.О
(Подпись)

_____ Фамилия И.О
(Подпись)

«____» _____ 200_ г.

Измерения проводились в присутствии представителей организации:

Должность _____ Фамилия И.О
(Подпись)

Должность _____ Фамилия И.О
(Подпись)

«____» _____ 200_ г.

Приложение к протоколу проведения измерений

Схема размещения точек измерения

Приложение 2

Рекомендуемая форма журнала учета результатов индивидуального дозиметрического контроля

_____

(*название организации (структурного подразделения)*)

Фамилия, имя, отчество лица, ответственного за проведение ИДК:

_____

Номер дозиметра	Фамилия, имя, отчество	Должность	Год рождения	Дата выдачи	Дата сбора	Е, мкЗв	Примечание

gost.e-ecolog.ru