

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033450**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.10.31

(51) Int. Cl. **G01N 23/02** (2006.01)
G01N 23/20 (2006.01)
G01V 5/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201300364

(22) Дата подачи заявки
2011.09.16

**(54) СИСТЕМА И СПОСОБ РЕНТГЕНОВСКОГО ДОСМОТРА ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ С
ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ, ПРЕВЫШАЮЩЕЙ ПОРОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

(31) **61/384,230**

(56) US-A1-2005089137
WO-A1-2010044774
WO-A1-2004015405
US-A1-2011274249

(32) **2010.09.17**

(33) **US**

(43) **2013.08.30**

(86) **PCT/IB2011/002752**

(87) **WO 2012/035440 2012.03.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СМИТС ХАЙМАНН ГМБХ (DE)

(72) Изобретатель:
Шоллинг Аксель (DE)

(74) Представитель:
Курапов Г.П. (RU)

(57) Предлагаются способы и системы рентгеновского досмотра. Система может включать в себя источник энергии излучения, выполненный так, чтобы энергия излучения пересекала объём сканирования. Система может дополнительно включать в себя фильтр между источником и объёмом сканирования, устройство транспортировки, выполненное с возможностью придания относительного движения объекту с ограничением по экспозиции и объёму сканирования, монитор транспортировки, выполненный с возможностью генерирования данных транспортировки, отражающих состояние транспортировки объекта с ограничением по экспозиции, датчик энергии излучения, выполненный с возможностью измерения энергия излучения от источника и генерирования данных энергии излучения источника, и контроллер дозы, выполненный с возможностью получения данных транспортировки, данных энергии излучения источника и сигнала, соответствующего данным дозы объекта, и генерирования показателя получения по меньшей мере частью объекта с ограничением по экспозиции дозы энергии излучения выше порогового значения дозы.

B1

033450

033450

B1

В отношении этой заявки испрашивается приоритет на основании заявки на патент США № 61/384230, поданной 17 сентября 2010 г., полное содержание которой включено в настоящее описание посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение, в общем, относится к системам и способам рентгеновского досмотра, в частности, к системе, обеспечивающей рентгеновский скрининг людей, являющихся объектами.

Уровень техники

Системы рентгеновского досмотра могут быть использованы для скрининга физических лиц, багажа и грузов на контрольно-пропускных пунктах. Например, системы рентгеновского досмотра могут обеспечивать идентификацию скрытой контрабанды товаров, таких как оружие, взрывчатые вещества и наркотики. При скрининге физических лиц использование систем рентгеновского досмотра может приводить к повышению годовой эффективной дозы физического лица, где "доза" энергии излучения является мерой количества энергии излучения, поглощаемой физическим лицом.

Сущность изобретения

Один аспект настоящего изобретения касается системы, выполненной с возможностью экспонирования досматриваемого объекта рентгеновским излучением. Система может включать в себя, по меньшей мере, один источник энергии излучения, где, по меньшей мере, первая часть энергии излучения может приходиться на рентгеновский спектр излучения, и где источник может быть выполнен так, что первая часть энергии излучения проходит, по меньшей мере, через часть объёма сканирования. Система может дополнительно включать в себя фильтр, размещённый между источником и частью объёма сканирования, устройство транспортировки, выполненное с возможностью придания относительного движения объекту с ограничением по экспозиции и части объёма сканирования, и монитор транспортировки, выполненный с возможностью генерирования данных транспортировки, отражающих, по меньшей мере, состояние транспортировки объекта с ограничением по экспозиции. Кроме того, система может включать в себя первый датчик энергии излучения, выполненный с возможностью измерения энергии излучения от источника и генерирования данных энергии излучения источника, и контроллер дозы, выполненный с возможностью получения данных транспортировки, данных энергии излучения источника и сигнала, соответствующего данным дозы объекта, и генерирования показателя получения, по меньшей мере, частью объекта с ограничением по экспозиции дозы энергии излучения выше порогового значения дозы.

Дополнительный аспект настоящего изобретения касается способа сканирования объекта с ограничением по экспозиции. Способ может включать в себя этапы выработки источником энергии излучения в пределах определённого рентгеновского спектра, придания энергии излучения направления, при котором эта энергия излучения проходит по меньшей мере через часть объёма сканирования, фильтрации энергии излучения с помощью фильтра, приложения по меньшей мере части энергии излучения к объёму сканирования, а также транспортировки объекта с ограничением по экспозиции относительно объёма сканирования и генерирования данных транспортировки, указывающих, по меньшей мере, на состояние транспортировки объекта с ограничением по экспозиции. Способ может дополнительно включать в себя этапы приложения по меньшей мере части фильтрованной энергии излучения к объекту с ограничением по экспозиции, измерения энергии излучения, вырабатываемой источником, и генерирования данных энергии излучения источника. В этом аспекте способ может дополнительно включать в себя этап получения данных транспортировки, данных энергии излучения источника и сигнала, соответствующего данным дозы объекта, контроллером дозы и генерирования показателя, указывающего на дозу излучения, полученной объектом с ограничением по экспозиции, где показатель указывает на время получения объектом с ограничением по экспозиции дозы энергии излучения, превышающей пороговое значение дозы. Способ может дополнительно включать в себя этап регулирования параметров по меньшей мере одного из процессов: выработки энергии излучения, фильтрации энергии излучения и транспортировки в ответ по меньшей мере на одно из: данные транспортировки, данные энергии излучения источника и сигнал, соответствующий данным дозы объекта, и показатель.

Дополнительные объекты и преимущества изобретения будут изложены частично в приводимом ниже описании и частично будут понятны из описания или могут быть изучены при практической реализации вариантов осуществления в соответствии с изобретением. Указанные объекты и преимущества изобретения будут реализованы и достигнуты посредством элементов и комбинаций, в частности, указанных в прилагаемой формуле изобретения.

Следует иметь в виду, что как предшествующее общее описание, так и приводимое ниже подробное описание носят исключительно объяснительно-иллюстративный характер и не ограничивают изобретения в заявленном виде.

Краткое описание чертежей

Прилагаемые чертежи, которые включены в описание изобретения и составляют часть данного описания, иллюстрируют несколько вариантов осуществления изобретения и вместе с описанием служат для объяснения принципов изобретения.

На чертежах:

фиг. 1 - принципиальная схема системы досмотра в соответствии с типичным вариантом осуществ-

ления настоящего изобретения;

фиг. 2А-2В - схематическое изображение испускаемого рентгеновского пучка в соответствии с типичным вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 3А-В - схематическое изображение распределения излучения в соответствии с типичным вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 4А-4В - логическая блок-схема типичного процесса сканирования физического лица с использованием системы досмотра в соответствии с настоящим изобретением.

Описание вариантов осуществления

Далее приводится подробное описание типичных вариантов осуществления настоящего изобретения, пример которого проиллюстрирован на прилагаемых чертежах. Во всех возможных случаях одни и те же ссылочные позиции используются на чертежах для ссылок на одни и те же или подобные элементы.

На фиг. 1 представлена принципиальная схема системы 100 досмотра согласно типичному варианту осуществления настоящего изобретения. В типичном варианте осуществления система 100 досмотра может быть выполнена с возможностью проведения скрининга физического лица с целью обнаружения какого-либо интересующего материала или предмета, который может быть скрыт от наблюдения или спрятан иным образом. Интересующий материал или предмет может быть спрятан на или в теле физического лица, причём среди интересующих предметов могут быть, например, контрабандные товары, оружие, боеприпасы, зажигательные вещества, наркотики, радиоактивные материалы или взрывчатые вещества, в том числе самодельные взрывные устройства, жидкие взрывчатые материалы, пластиковые бомбы и т.п. В варианте осуществления система 100 досмотра может быть использована в пункте проверки безопасности в следственном изоляторе для скрининга заключённых. В другом варианте изобретения система 100 досмотра может быть использована в аэропорту или в другом транспортном терминале, где эта система может быть необходима для обнаружения интересующих предметов или материалов, скрытых под одеждой или в теле физического лица.

Система 100 досмотра может включать в себя сканер 110 излучения, устройство 120 транспортировки и процессор данных 130, соединённый со сканером 110 излучения и устройством 120 транспортировки.

Сканер 110 излучения может включать в себя по меньшей мере один источник энергии излучения, датчик и контроллер дозы. Источник и датчик могут быть установлены неподвижно по обе стороны кабины 112 досмотра, через которую может быть осуществлена транспортировка физического лица. Кабина 112 досмотра может быть любой подходящей формы, в том числе, например, прямоугольной, квадратной, круглой, овальной или U-образной формы. Предполагается, что кабина 112 досмотра может быть выполнена с возможностью размещения физических лиц разного роста, веса и с разными физическими возможностями.

Источник излучения в соответствии с настоящим изобретением может генерировать пучок рентгеновского излучения практически двумерного поперечного сечения, через которое проходит физическое лицо. По меньшей мере часть энергии излучения, относящейся к пучку рентгеновского излучения, может проходить через часть кабины 112 досмотра. Эта часть энергии излучения, которая проходит через кабину 112 досмотра, может определять объём сканирования в пределах 112 кабины досмотра. В частности, объём сканирования может определяться той частью пространственного объёма в пределах кабины 112 досмотра, в которую во время сканирования подаётся по меньшей мере часть энергии излучения, относящаяся к генерируемому рентгеновскому излучению. В варианте осуществления объём сканирования может занимать пространственно фиксированное положение в конструкции кабины 112 досмотра. Однако предполагается, что объём сканирования не обязательно должен занимать фиксированное положение в конструкции кабины 112 досмотра, и возможно его некоторое перемещение, например, периодическое перемещение объёма сканирования с течением времени через область пространства больших размеров в пределах кабины 112 досмотра. В данном контексте область (или области), которая может быть подвергнута (или которые могут быть подвергнуты) действию части прикладываемой энергии излучения в пределах кабины досмотра 112, именуется (или именуются) "объёмом сканирования".

Источник может быть выполнен с возможностью генерирования энергии излучения рентгеновских пучков в непрерывном диапазоне энергий или с возможностью генерирования энергии излучения рентгеновских пучков одной энергии. Система 100 досмотра может включать в себя множество источников или один источник для генерирования энергии излучения. Энергия рентгеновских источников может варьироваться в диапазоне, например, 120-300 кВ. В варианте осуществления источник может включать в себя первый источник излучения, такой как генератор рентгеновского излучения с энергией 160 кВ.

Формирование рентгеновских пучков может быть осуществлено с использованием коллиматора. На фиг. 2А предоставлен вид сбоку системы 100 досмотра, а на фиг. 2В предоставлен вид сверху системы 100 досмотра. Как показано на фиг. 2А и 2В, использование коллиматора 210 в варианте осуществления позволяет придавать испускаемым рентгеновским лучам форму узкого веерообразного пучка 220. В варианте осуществления коллиматор 210 придаёт испускаемым рентгеновским лучам форму пучка, который пересекает, по меньшей мере, часть кабины 112 досмотра. В другом варианте осуществления колли-

матор 210 может придавать испускаемым рентгеновским лучам форму пучка, который пересекает различные части кабины 112 досмотра. Также предполагается, что коллиматор 210 может придавать испускаемым рентгеновским лучам форму пучка, который пересекает всю кабину 112 досмотра. Например, схема размещения коллиматора 210, кабины 112 досмотра и угла охвата веерообразного пучка, показанная на фиг. 2А, позволяет оставлять в пределах кабины 112 досмотра относительно малые зоны, не пересекаемые рентгеновским пучком. В дополнительных вариантах осуществления схема размещения коллиматора 210, кабины 112 досмотра и угла охвата веерообразного пучка могут позволить уменьшить эти области в ещё большей степени и/или устранить эти области полностью.

Было установлено, что часть системы 100 досмотра между источником рентгеновского излучения и кабиной досмотра, которая может представлять собой комбинацию таких материалов, как стекло, масло, эпоксидная смола, титан, алюминий, полиэтилен и нержавеющая сталь, может эффективно функционировать в качестве фильтра низкоэнергетического рентгеновского излучения (в данном контексте термин "эффективный фильтр" относится к такой части системы 100 досмотра). В варианте осуществления фильтр, который может включать в себя эффективный фильтр системы 100 досмотра и который может также состоять полностью из эффективного фильтра системы 100 досмотра, может быть размещён между источником и объёмом сканирования и может блокировать распространение энергии низкоэнергетического излучения на физическое лицо в пределах объёма сканирования и/или на датчик. Фильтр, который может включать в себя эффективный фильтр или состоять полностью из эффективного фильтра, может блокировать некоторые или все длины волн спектра энергии излучения, генерируемой источником. Фильтрация энергии низкоэнергетического излучения может позволить снизить дозу рентгеновского излучения, накладываемого на физическое лицо, подвергнутое сканированию, и повысить качество изображения.

Комбинация материалов и толщина материалов, которые составляют фильтр, включающий в себя эффективный фильтр, могут оказывать влияние на способность фильтра блокировать определённые длины волн энергии излучения. Фильтр может включать в себя материал, имеющий большой атомный номер для фильтрации энергии низкоэнергетического излучения рентгеновского пучка. В типичном варианте осуществления фильтр (включающий в себя, в том числе, эффективный фильтр) может содержать комбинацию материалов, включающую в себя, например, стекло, масло, эпоксидную смолу, титан, алюминий, полиэтилен и нержавеющую сталь. Свойства ослабления излучения фильтром могут быть охарактеризованы с помощью алюминиевого эквивалента. Алюминиевый эквивалент фильтра может обеспечивать аппроксимацию ослабления излучения фильтром с точки зрения ослабления излучения, вызываемого соответствующим слоем алюминия заданной толщины.

Алюминиевый эквивалент эффективного фильтра представляет собой, в том числе, сумму алюминиевых эквивалентов каждого компонента системы 100 досмотра между источником и кабиной досмотра. Алюминиевый эквивалент для каждого компонента эффективного фильтра - это толщина алюминия, ослабляющего рентгеновский пучок на величину, равную величине ослабления за счёт компонента. В варианте осуществления алюминиевый эквивалент эффективного фильтра может включать в себя, например, комбинацию алюминиевых эквивалентов стеклянной колбы рентгеновской трубки и других материальных компонентов сканера 110 излучения между источником и кабиной досмотра. Часть сканера 110 излучения между источником и кабиной досмотра может включать в себя различные материалы, в том числе, алюминий, нержавеющую сталь и полиэтилен. В варианте осуществления, в котором энергия рентгеновского источника может составлять приблизительно 160 кВ, часть сканера 10 излучения между источником и кабиной досмотра может включать в себя, например, два слоя алюминия толщиной приблизительно 0,5 (\pm приблизительно 0,05) мм, слой полиэтилена толщиной приблизительно 3,0 (\pm приблизительно 0,3) мм и слой нержавеющей стали толщиной приблизительно 0,8 (\pm приблизительно 0,08) мм. В соответствии с этим в случае, когда энергия источника рентгеновского излучения может быть равна 160 кВ, алюминиевый эквивалент эффективного фильтра может составлять между приблизительно 2,5 и приблизительно 1,5 мм. Например, в варианте осуществления с источником рентгеновского излучения энергией 160 кВ алюминиевый эквивалент эффективного фильтра может составлять приблизительно 2 мм. В других вариантах осуществления в зависимости от энергии источника рентгеновского излучения алюминиевый эквивалент эффективного фильтра может составлять более 2,5 мм или менее чем 5 мм.

Как показано на фиг. 1, устройство 120 транспортировки может включать в себя конвейер 122, ступеньки 124 и монитор транспортировки (не показан). Ступеньки 124 могут включать в себя приподнятую платформу для доставки физического лица к конвейеру 122 и объём сканирования. Также предполагается, что ступеньки 24 могут включать в себя пандус, лифт с электроприводом или предусматривать любой другой способ доставки физического лица к конвейеру 122. Конвейер 122 может включать в себя ремни 126 и/или ролики для поддержки физического лица, подвергнутого сканированию, при транспортировке через объём сканирования. Конвейер 122 может дополнительно включать в себя один или более электродвигателей для привода ремней 126 и/или роликов. Ремни 126 и/или ролики могут включаться периодически или работать непрерывно для транспортировки или доставки физического лица из зоны 140 входа, через зону 150 сканирования в зону 160 выхода. Предполагается, что могут быть использованы и другие

формы конвейеров. Конвейер 122 может быть выполнен с возможностью изменения направления, скорости и ускорения электродвигателя и ремня, соединённого с этим электродвигателем, в соответствии с командами транспортировки, принимаемыми от контроллера дозы. Монитор транспортировки может быть выполнен с возможностью генерирования данных транспортировки, представляющих состояние транспортировки физического лица через объём сканирования. Состояние транспортировки может указывать на положение и перемещение, то есть направление и скорость перемещения физического лица относительно объёма сканирования.

В варианте осуществления для измерения энергии испускаемого излучения может быть использован датчик. Кроме того, датчик может быть выполнен с возможностью измерения энергии отражённого излучения. В варианте осуществления первый датчик излучения может быть выполнен с возможностью измерения энергии излучения, испускаемого источником. На основе измеренной энергии первый датчик может генерировать данные энергии излучения источника, указывающие, например, на уровень энергии рентгеновского спектра, вырабатываемого источником.

В варианте осуществления второй излучающий датчик может быть также выполнен с возможностью измерения энергии излучения, испускаемого источником и пропускаемого через физическое лицо в пределах объёма сканирования. Энергия излучения может быть направлена на объём сканирования и может быть поглощена или ослаблена телом (или частью тела) физического лица в объёме сканирования. Второй датчик может быть ориентирован таким образом, чтобы его воспринимающая поверхность была обращена к объёму сканирования. Частотно-зависимые составляющие энергии излучения рентгеновского пучка, падающего на тело физического лица, могут быть поглощены и ослаблены тканями и материалами различной плотности, встречающимися на всём пути или на части пути прохождения этих составляющих через тело. Кости, например, являются относительно плотным материалом внутри тела и способны ослаблять многие составляющие энергии излучения рентгеновского пучка. Напротив, мягкие ткани обладают относительно низкой плотностью внутри тела и способны ослаблять меньше составляющих энергии излучения падающего рентгеновского пучка. Поэтому при прохождении физического лица через сканер 110 двумерное проекционное изображение скелета физического лица может быть сформировано в качестве функции энергии рентгеновского излучения от двумерных проекционных данных дозы, полученных при данном значении энергии. В типичном варианте осуществления источник может быть выполнен с возможностью генерирования рентгеновских пучков энергии излучения различных энергий. Например, источник может представлять собой, в том числе, сдвоенный источник энергии. Использование сдвоенного источника энергии позволяет системе 100 досмотра распознавать материалы, имеющие различную плотность и атомные свойства, такие как, в том числе, органические, неорганические и металлические материалы. Поскольку органические материалы в частности, такие как ткани тела и одежда, как правило, обладают меньшей плотностью, чем неорганические и металлические материалы, они способны ослаблять меньше составляющих падающего рентгеновского пучка, тогда как более плотные неорганические и металлические материалы с большими атомными номерами способны ослаблять относительно больше составляющих энергии рентгеновского излучения. Сравнение распределений поглощения высокоэнергетического и низкоэнергетического излучения обеспечивает эффективность сканирования при отображении различных типов материалов, в том числе, например, скрытых на или в теле физического лица, подвергаемого сканированию.

В варианте осуществления физическое лицо может быть подвергнуто воздействию пучком высокоэнергетического рентгеновского излучения, сканирующего его тело с высокой скоростью. Во время каждого сканирования второй датчик способен собирать множество наборов проекционных данных, представляющих уровень измеренного сигнала пропущенного рентгеновского излучения. Второй датчик может использовать проекционные данные для генерирования сигнала, соответствующего данным дозы объекта. Сигнал, соответствующий данным дозы объекта, может представлять интенсивность энергии излучения, поглощённой или ослабленной физическим лицом, и может быть использован для формирования строк раstra двумерного проекционного изображения. Второй датчик может быть выполнен с возможностью идентификации частей объёма сканирования, в которых ослабленная энергия излучения ниже измеренного порогового значения энергии, что указывает на недостаточные измеренные значения энергии и может вызывать необходимость регулирования дозы энергии излучения, прикладываемой к объёму сканирования.

В варианте осуществления третий датчик излучения может быть выполнен с возможностью измерения энергии излучения, отражаемого назад или отклоняемого от физического лица или предмета, подвергаемого сканированию, то есть обратно рассеянного рентгеновского излучения. Третий датчик может быть ориентирован таким образом, чтобы его воспринимающая поверхность была обращена к объёму сканирования. Поскольку элементы с меньшими атомными номерами рассеивают протоны с большей интенсивностью, то способны на основе обратного рассеяния рентгеновского излучения, такие как описываемый вариант осуществления, эффективны при визуализации органических материалов, таких как поверхность тела физического лица, подвергаемого сканированию. В варианте осуществления физическое лицо может быть подвергнуто воздействию пучком высокоэнергетического рентгеновского излучения, сканирующего его тело с высокой скоростью. Во время каждого сканирования третий датчик способен

собирает множество наборов проекционные данных, представляющих уровень измеренного сигнала обратно рассеянных рентгеновских фотонов. Третий датчик может использовать проекционные данные для генерирования сигнала, соответствующего данным дозы объекта, представляющим интенсивность энергии излучения, отражённого от физического лица, и этот сигнал может быть использован для формирования строк раstra двумерного проекционного изображения. Поэтому, поскольку физическое лицо проходит через сканер 110, то двумерное проекционное изображение поверхности тела физического лица может быть сформировано в качестве функции энергии рентгеновского излучения от двумерных проекционных данных дозы, полученных при данном значении энергии. Третий датчик может быть выполнен с возможностью идентификации частей объёма сканирования, в которых отражённая энергия излучения ниже измеренного порогового значения энергии, что указывает на недостаточные измеренные значения энергии и может вызывать необходимость регулирования дозы энергии излучения, прикладываемой к объёму сканирования.

В варианте осуществления между источниками излучения и первыми, а также вторыми датчиками может существовать соотношение один-к-одному (то есть два источника, два первых датчика и два вторых датчика). Также предполагается, что для облучения физического лица, подвергаемого сканированию, сканер 110 может быть реализован с любым числом подвижных или вращающихся источников и/или датчиков в соотношении один-к-одному или один-ко-многим. Предполагается, что источник излучения и датчики могут быть расположены прямо один против другого взаимно параллельно. Также предполагается, что источник излучения и датчики могут быть расположены один против другого взаимно непараллельно. Например, в типичном варианте осуществления в соответствии с сущностью изобретения источник может быть расположен на высоте 30-60" над устройством 120 транспортировки, а участок датчика может быть расположен на высоте менее чем 30-60" над устройством 120 транспортировки. Поэтому источник может испускать энергию излучения под углом наклона к участку датчика приблизительно через среднее сечение тела физического лица. Энергия излучения проходит через тело физического лица под углом, и результирующее изображение среднего сечения физического лица получается "растянутым", что, таким образом, обеспечивает возможность распознавания объектов, представляющих угрозу, в этой области с более высокой эффективностью. Однако предполагается, что как выше, так и ниже высоты 30-60", указанной выше, могут располагаться дополнительные воспринимающие элементы, относящиеся к датчикам.

Также предполагается, что источник излучения и датчик могут быть модульной конструкции или содержать модульные компоненты, обеспечивающие простоту замены дефектных или повреждённых компонентов.

В типичном варианте осуществления сканер 110 может также обеспечивать активную или пассивную проверку физического лица или объёма сканирования для выявления радиоактивного материала, гамма-излучения или нейтронов. Например, сканер 110 может обнаруживать радиоактивный материал, скрытый под одеждой физического лица, подвергаемого сканированию.

В варианте осуществления контроллер дозы может быть выполнен с возможностью получения данных транспортировки, данных энергии излучения источника и сигнала, соответствующего данным дозы объекта. С помощью полученных данных контроллер дозы может определить, было ли физическое лицо подвергнуто воздействию дозой энергии излучения выше максимального порогового значения. В варианте осуществления доза энергии излучения, получаемая физическим лицом, находится в диапазоне 0-4,5 мкэВ или 02,0 мкэВ и в идеальном случае составляет менее 0,1 мкэВ.

Также предполагается, что контроллер дозы может быть выполнен с возможностью генерирования команд по дозе для изменения функции источника, фильтра и устройства 120 транспортировки. В одном варианте осуществления контроллер дозы представляет собой контроллер реального времени, который может генерировать команды по дозе в реальном времени. В данном контексте определение "в реальном времени" применительно к такому объекту сканирования, как физическое лицо, и к такой системе сканирования, как описываемая система 100 досмотра, означает или относящийся к временному интервалу, более короткому или приблизительно эквивалентному временному интервалу, требуемому для транспортировки физического лица через систему 100 досмотра (такой временной интервал в соответствии с настоящим изобретением, приводимый исключительно в иллюстративных целях, может варьироваться, и в том числе, в пределах диапазона от миллисекунд до нескольких секунд). Также предполагается, что в командах по дозе могут быть также использованы данные, полученные от процессора 130 данных и/или введённые оператором при генерировании команд по дозе.

В варианте осуществления контроллер дозы может быть выполнен с возможностью генерирования команд по дозе для сканера 110. Источник может быть выполнен с возможностью изменения уровня энергии дозы и/или направления энергии излучения, прикладываемой к объёму сканирования, в ответ на команды по дозе. Контроллер дозы может быть также выполнен с возможностью генерирования различных команд по дозе для различных пар источников и датчиков. Активация пар источника и датчика может осуществляться по отдельности согласно нужному режиму/функции системы 100 досмотра. В типичном варианте осуществления контроллер дозы может быть выполнен с возможностью генерирования команд по дозе для применения к фильтру. Регулирование параметров фильтра может включать в себя

регулирование параметров фильтра для изменения энергии, плотности и направления энергии излучения, прикладываемой к объёму сканирования. Также предполагается возможность регулирования объёма сканирования путём модификации фильтра. Например, и в том числе, слой материала, такого как полиэтилен, может быть включён или дополнительно введён в состав системы 100 досмотра и размещён между источником и кабиной 112 досмотра для дополнительного ослабления излучения от источника, достигающего кабины 112 досмотра, в выбранном диапазоне. В типичном варианте осуществления контроллер дозы может быть выполнен с возможностью генерирования обновлённых команд транспортировки для конвейера 122. Команды транспортировки могут включать в себя, например, команды для изменения направления, скорости и/или ускорения движения конвейера 122 через сканер 110.

Контроллер дозы может быть выполнен с возможностью получения данных о неисправности устройства транспортировки, данных о неисправности источника и данных об ошибке в дозе объекта. Система 100 досмотра может быть выполнена с возможностью прекращения работы в ответ на данные о неисправности устройства 120 транспортировки, источника и фильтра. Данные о неисправности устройства транспортировки могут включать в себя, например, указание на неисправность конвейера 122 или несанкционированное перемещение физического лица в пределах объёма сканирования. Предполагается, что система 100 досмотра может включать в себя компоненты, выполненные с возможностью обнаружения несанкционированного перемещения физического лица, такие как, например, чувствительные к давлению электронные приборы, инфракрасные детекторы, оптические датчики и камеры наблюдения с датчиками движения. Также предусмотрено, что оператор или физическое лицо может прекращать работу устройства 120 транспортировки путём подачи на контроллер дозы указания, такого как, например, запуск последовательности аварийного останова. Данные о неисправности источника могут включать в себя, например, указание на перегрузку источника излучения, нарушение энергоснабжения и неисправность источника излучения или детектора.

Процессор 130 данных может быть соединён со сканером 10 и устройством 120 транспортировки, например, через одну или более линий 132 передачи данных. Передача данных энергии излучения источника, сигнала, соответствующего данным дозы объекта, и данных транспортировки в процессор 130 данных может осуществляться по линиям 132 передачи данных. В одном варианте осуществления передача данных в процессор 130 данных может осуществляться по беспроводному соединению, чтобы обеспечить возможность запуска, например, удалённого приложения по скринингу или облачного сетевого приложения.

Процессор 130 данных может включать в себя процессор, память, интерфейс контроллера дозы, запоминающее устройство, интерфейс 134 ввода-вывода и устройство 136 отображения. Процессор 130 данных может включать в себя дополнительные компоненты, меньшее число компонентов и/или компоненты, отличные от перечисленных выше. Тип и число перечисленных компонентов следует рассматривать исключительно в качестве примера, а не как ограничение.

Процессор может представлять собой центральный(е) процессор(ы) (CPU) и/или графический(е) процессор(ы) (GPU). Для выполнения различных процессов вычисления и анализа процессор может исполнять последовательности команд компьютерной программы. Модули памяти включают в себя, в том числе, оперативную память (RAM) и постоянную память (ROM). Доступ к командам компьютерной программы может обеспечиваться за счёт считывания из ROM или ячейки памяти любого другого запоминающего устройства и загрузки в RAM для исполнения процессором. В зависимости от типа используемого процессора 130 данных процессор может включать в себя одну или более печатных плат и/или микропроцессорных кристаллов или может быть выполнен в форме мультипроцессорного промышленного компьютера или комбинации нескольких независимых компьютеров, монтируемых в стойку, оптимизированных для различных задач обработки, таких как анализ изображений, обработка алгоритмов обнаружения и представление изображений.

Интерфейс управления сканера может быть выполнен с возможностью двусторонней связи между контроллером дозы и процессором 130 данных. В варианте осуществления интерфейс управления сканера может быть выполнен с возможностью приёма данных сканирования от контроллера дозы и хранения данных в запоминающем устройстве. Интерфейс управления сканера может быть также выполнен с возможностью передачи команд сканирования в модульный сканер 110 для выполнения операций инициализации, останова или переконфигурирования модульного сканера 110. Например, команды сканирования могут включать в себя команды останова в случае идентификации оператором аварийной ситуации. Команды сканирования могут также включать в себя команды для изменения режима работы сканера 110, такие как, например, "В полный рост", "Туловище" или "Режим сканирования тела". В типичном варианте осуществления различные режимы сканера могут включать в себя схему размещения источника и датчика, в которой активация пар источника и датчика может осуществляться совместно или по отдельности с использованием подобных или различных источников энергии.

Интерфейс управления конвейера может быть также выполнен с возможностью двусторонней связи между системой 120 транспортировки и контроллером дозы. В варианте осуществления интерфейс управления конвейера может быть выполнен с возможностью приёма информации от системы 120 транспортировки и хранения данных в запоминающем устройстве. Интерфейс управления конвейера

может быть также выполнен с возможностью передачи команд транспортировки в контроллер дозы для выполнения операций инициирования, останова или настройки системы 120 транспортировки. Например, команды транспортировки могут включать в себя параметры настройки скорости конвейера 122 или информацию о неисправности конвейера 122.

Процессор 130 данных может обеспечивать также визуальное отображение информации пользователю или оператору с помощью устройства 136 отображения. Устройство 136 отображения может включать в себя, например, экран компьютера, который предоставляет оператору графический пользовательский интерфейс (GUI). В соответствии с вариантом осуществления устройство 136 отображения может отображать сканированное изображение пассажира, являющегося объектом, такое как, например, двумерное проекционное изображение области сканирования. Сканированное изображение может отображать различные цвета или контраст для указания на уровень сигнала рентгеновского излучения, пропущенного через различные участки тела пассажира, являющегося объектом. При измерении отраженного излучения сканированное изображение может также, или в другом варианте изобретения, отображать различные цвета или контраст для указания на уровень сигнала отраженного излучения. Процессор 130 данных может обрабатывать сигнал, соответствующий данным дозы объекта, и определять оптимальные параметры представления изображения (цветовую палитру, контраст и т.д.). Предполагается, что процессор 130 данных может предоставлять оператору инструменты для усиления или другой обработки сканированного изображения, отвечающие предпочтениям оператора. Например, в варианте осуществления оператор может регулировать яркость сканированного изображения, увеличивать выбранные участки сканированного изображения и переключать между негативной и позитивной экспозицией сканированного изображения. Процессор 130 данных может также отображать на устройстве 136 отображения указание на применяемые фильтры изображений или усиления. Опции фильтров могут включать в себя, например, частотно-зависимую модификацию контраста (процесс частотного усиления), процесс автоматической градации, псевдоокраску полутонового изображения и усиление контуров. Также предполагается, что процессор 130 данных может быть выполнен с возможностью предоставления оператору возможности просмотра различных обработанных и необработанных сканированных изображений одновременно или по отдельности.

В варианте осуществления процессор 130 данных может идентифицировать участки области сканирования с избыточным поглощением рентгеновского излучения на основе данных сканирования, полученных от сканера 110. Например, процессор 130 данных может предоставлять оператору уведомление об избыточном поглощении, именуемое, например, как "dark alarm" и/или уведомление об искажении изображения. На основе данных сканирования процессор 130 данных может передавать команды по дозе в интерфейс управления сканера и/или интерфейс управления конвейера или автоматически или в ответ на информацию, введённую оператором.

Запоминающее устройство может включать в себя запоминающее устройство большой ёмкости любого типа, подходящее для хранения информации. Например, запоминающее устройство может включать в себя один или более накопителей на жёстких дисках, накопителей на оптических дисках или любые другие запоминающие устройства, предоставляющие пространство для хранения данных. В одном варианте осуществления настоящего изобретения запоминающее устройство может хранить данные, связанные с процессом обработки данных, такие как данные сканирования, полученные от сканера 110, данные транспортировки, полученные от устройства 120 транспортировки, и любые промежуточные данные, созданные в процессе обработки данных. Запоминающее устройство может также включать в себя инструменты анализа и организации для анализа и организации информации, содержащейся в этом устройстве.

Возможность доступа к процессору 130 данных и управления этим процессором для пользователя обеспечивается посредством интерфейса 134 ввода-вывода. Интерфейс 134 ввода-вывода может позволять оператору вводить информацию, которая может быть подвергнута анализу процессором 130 данных, и может включать в себя, например, клавиатуру, мышь, сенсорный экран и/или оптические или беспроводные компьютерные устройства ввода. Для управления работой сканера 110 и устройства 120 транспортировки оператор может вводить команды управления через интерфейс 134 ввода-вывода. Оператор может также создавать и хранить заметки и любые другие данные, относящиеся к системе 100 досмотра. Точно так же оператор может вручную вводить параметры, позволяющие регулировать работу конвейера 122 и одного или более источников излучения, такие как, например, в случае неисправности или при инициировании аварийной последовательности.

На фиг. 3А представлено схематическое изображение распределения излучения в соответствии с вариантом осуществления, позволяющее ограничить экспозицию излучения на оператора. Как показано на фиг. 3А, позицией 310 обозначена область за пределами системы 100 досмотра, подвергаемая в процессе рентгеновского досмотра экспонированию рассеянным излучением. Для обеспечения ограничения экспозиции на оператора рабочее место 320 оператора может быть размещено в положении за пределами области 310 и поэтому может не подвергаться экспонированию рассеянным излучением. На фиг. 3В представлено схематическое изображение распределения излучения в соответствии с типичным вариантом осуществления, в котором для экранирования рабочего места 320 оператора от рассеянного излуче-

ния используются специальные стенки 330 защиты от излучения. Как показано на фиг. 3В, стенки 330 защиты от излучения позволяют видоизменить форму области 310 и сузить область за пределами системы 100 досмотра, которая может быть подвергнута экспонированию рассеянным излучением в процессе рентгеновского досмотра. Вариант осуществления, представленный на фиг. 3В, иллюстрирует альтернативную конфигурацию системы 100 досмотра и рабочего места 320 оператора. Предполагается, что для дополнительного видоизменения формы области 310 и создания дополнительных конфигураций системы 100 досмотра и рабочего места 320 оператора могут быть использованы дополнительные стенки 330 защиты от излучения, меньшее число стенок и/или стенки, отличные от представленных.

На фиг. 4А и 4В представлена логическая блок-схема типичного процесса сканирования физического лица с использованием системы досмотра в соответствии с вариантом осуществления, иллюстрируемым фиг. 1.

Физическое лицо может быть доставлено к кабине досмотра рентгеновского сканера (этап 401). В систему сканирования и систему транспортировки могут быть поданы команды начала соответственно сканирования (этап 402) и транспортировки (этап 403). После доставки физического лица к кабине досмотра и получения команд начала сканирования система сканирования может инициировать операцию сканирования (этап 404) рентгеновским сканером. Инициирование операции сканирования до входа физического лица в камеру досмотра может быть запрещено. В процессе операции вырабатываются пучки рентгеновского излучения, и осуществляется фильтрация этих пучков (этап 405). При фильтрации рентгеновского излучения энергия вырабатываемого излучения разделяется на часть, которая будет пропускаться в объём сканирования, и часть, которая будет блокироваться от объёма сканирования. В варианте осуществления энергия излучения, пропускаемая в объём сканирования, может иметь более высокое значение энергии рентгеновского излучения, чем часть, блокируемая от объёма сканирования. Подвергнутые фильтрации пучки рентгеновского излучения в соответствии с командами сканирования направляются на физическое лицо и прикладываются к этому лицу (этап 406).

После доставки физического лица к кабине досмотра и подачи команд транспортировки система транспортировки может инициировать транспортировку физического лица через кабину досмотра (этап 407). В соответствии с командами транспортировки затем может быть осуществлена транспортировка физического лица через кабину досмотра и объём сканирования (этап 408). При этом может осуществляться слежение за положением и перемещением физического лица внутри кабины досмотра относительно команд транспортировки (этап 409). В процессе транспортировки и слежения собираются данные транспортировки, в том числе, например, данные о состоянии транспортировки. Использование данных о состоянии транспортировки позволяет системе досмотра подтверждать положение физического лица в соответствии с командами транспортировки, а также идентифицировать случаи нахождения физического лица в положении, не соответствующем командам транспортировки, таком как, например, случай выхода физического лица за границы кабины досмотра. Предполагается, что рентгеновское сканирование физического лица и транспортировка физического лица через кабину досмотра могут осуществляться одновременно.

В соответствии с командами начала сканирования сканер может получать данные энергии излучения источника и сигнал, соответствующий данным дозы объекта, относящимся к области досмотра и физическому лицу, в результате приложения пучка рентгеновского излучения различных энергий и различных видов (этап 410). Система досмотра может обнаруживать информацию о неисправности (этап 411), такую как, например, данные о неисправности источника, данные об ошибке в дозе и данные о неисправности устройства транспортировки, указывающие на неисправность, определяемую по данным энергии излучения источника, сигналу, соответствующему данным дозы объекта, данным транспортировки, указанию, относящемуся к физическому лицу, подвергаемому сканированию, и/или информации, введённой оператором. В типичном варианте осуществления данные о неисправности устройства транспортировки могут указывать на неисправность, относящуюся к физическому лицу, подвергаемому сканированию, информацию, введённую оператором, и/или информацию о состоянии транспортировки, такую как, например, отказ электродвигателя конвейера или выход из строя ленты транспортёра. В случае обнаружения информации о неисправности система досмотра может прервать операции сканирования и транспортировки (этап 412), причём система может быть выполнена с возможностью недопущения возобновления работы до устранения неисправности (этап 413).

Данные сканирования могут быть подвергнуты анализу контроллером дозы (этап 414) для определения наличия или отсутствия необходимости коррекции данных сканирования (этап 415). Коррекция может быть необходима, например, в случае, когда часть данных указывает на избыточное поглощение рентгеновского излучения физическим лицом. Также предполагается, что определять наличие или отсутствие необходимости регулирования параметров источника, фильтра и/или устройства транспортировки может процессор 130 данных и/или оператор.

Регулирование параметров источника, фильтра и/или устройства транспортировки может осуществляться путём изменения команд транспортировки и/или команд по дозе. Контроллер дозы может вырабатывать команды для устройства транспортировки, источника и/или фильтра, обеспечивающие регулирование уровня энергии вырабатываемого пучка рентгеновского излучения, скорости сканирования

и/или времени экспонирования в соответствии с характеристиками объёма сканирования (этап 416, этап 417). Кроме того, устройство транспортировки может быть выполнено с возможностью регулирования скорости и/или направления перемещения физического лица через объём сканирования в ответ на команды транспортировки (этап 418, этап 419). Для внесения любых необходимых поправок контроллер дозы может затем осуществлять регулирование скорости сканирования и дозы рентгеновского излучения (этап 420). Таким образом, система досмотра может представлять обновлённые данные сканирования, удовлетворяющие требованиям создания сканированных изображений улучшенного качества, обеспечиваемого обновлённой конфигурацией. Полученные данные могут при этом быть подвергнуты анализу для определения наличия или отсутствия необходимости внесения дополнительных изменений в команды сканирования и транспортировки. Полученные данные могут быть также подвергнуты анализу для определения, было ли физическое лицо подвергнуто экспозиции с дозой излучения выше максимального порогового значения.

Также предполагается, что система сканирования и устройство транспортировки могут быть выполнены с возможностью приёма информации, введённой оператором, обеспечивающей регулирование параметров соответственно сканера и конвейера. В варианте осуществления с помощью процессора 130 данных оператор может осуществлять просмотр, анализ и коррекцию конфигурации системы сканирования и системы транспортировки. Также предполагается, что и процессор 130 данных может осуществлять коррекцию команды транспортировки и команды по дозе. После коррекции команд транспортировки и команды по дозе на основе информации, введённой оператором, и анализа, осуществлённого процессором данных, физическое лицо подвергается повторному сканированию, что позволяет получать новые данные сканирования (этап 420).

После определения отсутствия необходимости внесения дополнительных изменений в конфигурацию системы сканирования процессор 130 данных может объединить данные сканирования для формирования изображения, отображаемого оператору (этап 421). На основе объединённых данных сканирования процессор 130 данных может определить оптимальные параметры представления изображения, в том числе, контраста и цвета изображения (этап 422). Процессор 130 данных может создать оптимизированное изображение для устройства отображения (этап 423). Процессор 130 данных и/или оператор может определить наличие или отсутствие необходимости внесения дополнительного изменения в изображение (Этап 424). Оператор может, например, предпочесть изменение размера изображения, фильтрацию изображения и коррекцию цвета или контраста изображения. Точно так же предполагается, что с помощью процессора данных оператор может осуществлять просмотр, анализ и коррекцию данных, относящихся к пассажиром и к конфигурации системы сканирования и системы транспортировки, текущих и ретроспективных данных сканирования, текущей и ретроспективной информации о неисправностях и любых других данных или параметров, хранимых в процессоре (этап 425).

Преимущества системы 100 досмотра, описываемые в данном документе, могут включать в себя формирование рентгеновского изображения при низких дозах излучения и возможность регулирования параметров зоны обслуживания оборудования, в том числе параметров защиты от излучения для предотвращения экспозиции излучения на оператора.

Другие варианты осуществления изобретения станут очевидными специалистам в данной области техники из рассмотрения описания изобретения и примеров практического осуществления изобретения, описываемых в данном документе. Предполагается, что описание изобретения и примеры носят исключительно иллюстративный характер и истинный объём и существо изобретения определяются прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система рентгеновского досмотра, выполненная с возможностью экспонирования досматриваемого объекта с ограничением по экспозиции рентгеновским излучением, где система содержит по меньшей мере один источник излучения, по меньшей мере часть энергии которого приходится на рентгеновский спектр, и где источник ориентирован так, что указанная часть энергии излучения проходит по меньшей мере через часть объёма сканирования; фильтр, размещённый между источником и частью объёма сканирования; устройство транспортировки, выполненное с возможностью перемещения объекта с ограничением по экспозиции относительно части объёма сканирования; монитор транспортировки, выполненный с возможностью генерирования данных транспортировки, отражающих, по меньшей мере, состояние транспортировки объекта с ограничением по экспозиции; по меньшей мере, первый датчик энергии излучения, расположенный и выполненный с возможностью измерения энергии излучения от источника и передачи данных энергии излучения источника; и по меньшей мере, второй датчик энергии излучения, расположенный и выполненный с возможностью измерения по меньшей мере части энергии излучения, ослабленной объектом с ограничением по экспозиции, и передачи сигнала, соответствующего данным дозы объекта; контроллер дозы, выполненный с возможностью получения данных транспортировки, данных энергии излучения источника и сигнала, соответствующего данным дозы объекта, и генерирования показателя, указывающего на получение по меньшей мере частью объекта с ограничением по

экспозиции дозы энергии излучения выше порогового значения дозы; при этом доза энергии излучения представляет собой количество энергии излучения, поглощённой объектом с ограничением по экспозиции.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что по меньшей мере один источник содержит первый источник и второй источник, причём к каждому источнику относится соответствующий датчик энергии излучения.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что контроллер дозы выполнен с возможностью создания рентгенографического изображения на основе сигнала, соответствующего данным дозы объекта, и показателя.

4. Система по п.1, отличающаяся тем, что энергия излучения коллимируется в тонкий веерообразный пучок энергии излучения.

5. Система по п.1, отличающаяся тем, что источник энергии излучения вырабатывает высокоэнергетическое и низкоэнергетическое рентгеновское излучение.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что фильтр выполнен с возможностью разделения первой части энергии излучения, по меньшей мере, на пропускаемую часть и задерживаемую часть.

7. Система по п.6, отличающаяся тем, что уровень энергии рентгеновского спектра, относящегося к задерживаемой части, ниже уровня энергии рентгеновского спектра, относящегося к пропускаемой части.

8. Система по п.1, отличающаяся тем, что фильтр содержит эффективный фильтр.

9. Система по п.8, отличающаяся тем, что энергия питания одного источника излучения составляет приблизительно 160 кВ, а эффективный фильтр имеет алюминиевый эквивалент, толщина которого составляет более чем приблизительно 1,5 мм.

10. Система по п.9, отличающаяся тем, что эффективный фильтр содержит по меньшей мере один из материалов, выбранный из набора, в состав которого входят стекло, масло, эпоксидная смола, титан, алюминий, полиэтилен и нержавеющая сталь.

11. Система по п.1, отличающаяся тем, что данные транспортировки включают в себя данные о неисправности устройства транспортировки, причём устройство транспортировки выполнено так, что при иницировании данных о неисправности устройства транспортировки прекращает свою работу.

12. Система по п.1, отличающаяся тем, что состояние транспортировки включает в себя данные о направлении и скорости транспортировки объекта с ограничением по экспозиции.

13. Система по п.1, отличающаяся тем, что данные энергии излучения источника включают в себя информацию, указывающую на уровень энергии рентгеновского спектра, относящегося к источнику.

14. Система по п.1, отличающаяся тем, что сигнал, соответствующий данным дозы объекта, представляет собой интенсивность энергии излучения, отражённой от объекта с ограничением по экспозиции.

15. Система по п.1, отличающаяся тем, что данные энергии излучения источника включают в себя по меньшей мере одно из: данные о неисправности источника и данные об ошибке в дозе объекта.

16. Система по п.15, отличающаяся тем, что источник выполнен так, что прекращает свою работу при иницировании по меньшей мере одного из: данных о неисправности источника и данных об ошибке в дозе объекта.

17. Система по п.1, отличающаяся тем, что второй датчик энергии излучения дополнительно выполнен с возможностью идентификации участков второй части энергии излучения, указывающих на отражённую энергию ниже минимального порогового значения энергии.

18. Система по п.1, отличающаяся тем, что второй датчик энергии излучения дополнительно выполнен с возможностью измерения параметров по меньшей мере одного из: стереоскопического гамма-излучения и нейтронного излучения.

19. Система по п.1, отличающаяся тем, что контроллер дозы дополнительно выполнен с возможностью генерирования команд по дозе для изменения параметров по меньшей мере одного из: источника, фильтра и устройства транспортировки, причём команды по дозе основаны по меньшей мере на одном из: данных транспортёра, данных энергии излучения источника, сигнале, соответствующем данным дозы объекта, показателе и информации, введённой пользователем.

20. Система по п.1, отличающаяся тем, что контроллер дозы дополнительно выполнен с возможностью генерирования команд транспортировки для изменения по меньшей мере одного из: направления и скорости транспортировки объекта устройством транспортировки, причём команды транспортировки основаны по меньшей мере на одном из: данных транспортёра, данных энергии излучения источника, сигнале, соответствующем данным дозы объекта, показателе и информации, введённой пользователем.

21. Система по п.1, отличающаяся тем, что полученная доза энергии излучения находится в диапазоне, составляющем приблизительно 0-4,5 мкЭВ.

22. Система по п.21, отличающаяся тем, что полученная доза энергии излучения находится в диапазоне, составляющем приблизительно 0-2,0 мкЭВ.

23. Система по п.22, отличающаяся тем, что полученная доза энергии излучения составляет менее 0,1 мкЭВ.

24. Система по п.1, отличающаяся тем, что содержит два вторых датчика энергии излучения, распо-

ложенных и выполненных с возможностью измерения, по меньшей мере, соответствующей части энергии излучения, ослабленной объектом с ограничением по экспозиции, и возможностью генерирования сигнала, соответствующего данным дозы объекта.

25. Система по п.24, отличающаяся тем, что по меньшей мере один источник содержит третий источник, причём третий источник относится к третьему датчику энергии излучения.

26. Система по п.24, отличающаяся тем, что контроллер дозы дополнительно выполнен с возможностью генерирования первых, вторых и третьих команд по дозе для изменения параметров по меньшей мере одного из: источника, фильтра и устройства транспортировки, причём первые команды по дозе основаны по меньшей мере на одном из: данных транспортёра, данных энергии излучения источника, показателе и информации, введённой пользователем, вторые команды по дозе основаны на сигнале, соответствующем данным дозы объекта, полученным от первого второго датчика энергии излучения, а третьи команды по дозе основаны на сигнале, соответствующем данным дозы объекта, полученным от другого второго датчика энергии излучения.

27. Система по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит датчик энергии излучения, расположенный и выполненный с возможностью измерения по меньшей мере части энергии излучения, отражённой от объекта с ограничением по экспозиции, и генерирования сигнала, соответствующего данным дозы объекта.

28. Способ сканирования объекта с ограничением по экспозиции, содержащий этапы:

выработка источником энергии излучения в пределах определённого рентгеновского спектра;

придание энергии излучения направления, при котором эта энергия излучения проходит по меньшей мере через часть объёма сканирования;

фильтрация энергии излучения с помощью фильтра;

приложение по меньшей мере части энергии излучения к объёму сканирования;

транспортировка объекта с ограничением по экспозиции относительно объёма сканирования и генерирования данных транспортировки, указывающих, по меньшей мере, на состояние транспортировки объекта с ограничением по экспозиции;

приложение по меньшей мере части фильтрованной энергии излучения к объекту с ограничением по экспозиции;

измерение энергии излучения, вырабатываемой источником и

генерирование данных энергии излучения источника;

измерение энергии излучения, ослабленной объектом с ограничением по экспозиции, и

генерирование сигнала, соответствующего данным дозы объекта;

получение данных транспортировки, данных энергии излучения источника и сигнала, соответствующего данным дозы объекта, контроллером дозы и генерирования показателя, указывающего на дозу энергии излучения, полученной объектом с ограничением по экспозиции, где показатель указывает на время получения объектом с ограничением по экспозиции дозы энергии излучения, превышающей пороговое значение дозы; и

регулирование параметров по меньшей мере одного из процессов: выработки энергии излучения, фильтрации энергии излучения и транспортировки в ответ по меньшей мере на одно из: данные транспортировки, данные энергии излучения источника и сигнал, соответствующий данным дозы объекта, и показатель.

29. Способ по п.28, отличающийся тем, что выработка энергии излучения источником инициируется входом объекта с ограничением по экспозиции в объём сканирования и прекращается при выходе объекта с ограничением по экспозиции из объёма сканирования.

30. Способ по п.28, отличающийся тем, что выработка энергии излучения включает в себя выработку высокоэнергетического и низкоэнергетического излучения.

31. Способ по п.28, отличающийся тем, что выработка энергии излучения дополнительно содержит коллимирование энергии излучения в тонкий веерообразный пучок энергии излучения.

32. Способ по п.28, отличающийся тем, что фильтрация энергии излучения содержит разделение энергии излучения на пропускаемую часть и задерживаемую часть, причём пропускаемая часть прикладывается к объекту с ограничением по экспозиции.

33. Способ по п.32, отличающийся тем, что уровень энергии рентгеновского спектра, относящийся к задерживаемой части, ниже уровня энергии рентгеновского спектра, относящегося к пропускаемой части.

34. Способ по п.28, отличающийся тем, что фильтр содержит эффективный фильтр.

35. Способ по п.34, отличающийся тем, что энергия питания источника составляет приблизительно 160 кВ, а эффективный фильтр имеет алюминиевый эквивалент, толщина которого составляет более чем приблизительно 1,5 мм.

36. Способ по п.35, отличающийся тем, что эффективный фильтр содержит по меньшей мере один из материалов, выбранный из набора, в состав которого входят стекло, масло, эпоксидная смола, титан, алюминий, полиэтилен и нержавеющая сталь.

37. Способ по п.28, отличающийся тем, что генерирование данных транспортировки включает в се-

бя генерирование данных о неисправности устройства транспортировки.

38. Способ по п.28, отличающийся тем, что генерирование данных транспортировки включает в себя определение по меньшей мере одного из: направления и скорости транспортировки.

39. Способ по п.28, отличающийся тем, что транспортировка объекта с ограничением по экспозиции к объёму сканирования включает в себя отслеживание положения объекта с ограничением по экспозиции относительно объёма сканирования.

40. Способ по п.28, отличающийся тем, что приложение по меньшей мере части энергии излучения к объекту с ограничением по экспозиции дополнительно включает в себя приложение низкой дозы энергии излучения.

41. Способ по п.40, отличающийся тем, что приложение по меньшей мере части энергии излучения дополнительно содержит ограничение дозы энергии излучения в диапазоне приблизительно 0-4,5 мкЭВ.

42. Способ по п.41, отличающийся тем, что приложение по меньшей мере части энергии излучения дополнительно содержит ограничение дозы энергии излучения в диапазоне приблизительно 0-2,0 мкЭВ.

43. Способ по п.42, отличающийся тем, что приложение по меньшей мере части энергии излучения дополнительно содержит ограничение дозы энергии излучения в диапазоне менее чем приблизительно 0,1 мкЭВ.

44. Способ по п.28, отличающийся тем, что генерирование данных энергии излучения источника включает в себя определение уровня энергии рентгеновского спектра, относящегося к источнику.

45. Способ по п.28, отличающийся тем, что генерирование сигнала, соответствующего данным дозы объекта, включает в себя определение интенсивности энергии излучения, отражённой от объекта с ограничением по экспозиции.

46. Способ по п.28, отличающийся тем, что генерирование данных энергии излучения источника и генерирование сигнала, соответствующего данным дозы объекта, дополнительно включают в себя генерирование данных об ошибке в энергии излучения и данных об ошибке в дозе объекта.

47. Способ по п.28, отличающийся тем, что измерение энергии излучения, ослабленного объектом с ограничением по экспозиции, дополнительно включает в себя измерение по меньшей мере одного из: стереоскопического гамма-излучения и нейтронного излучения.

48. Способ по п.28, отличающийся тем, что регулирование параметров процесса выработки энергии излучения дополнительно включает в себя регулирование по меньшей мере одного из: уровня энергии и направления энергии излучения.

49. Способ по п.48, отличающийся тем, что регулирование по меньшей мере одного из следующего: уровня энергии и направления энергии излучения, включает в себя предоставление энергии излучения с различными уровнями энергии и различными направлениями.

50. Способ по п.28, отличающийся тем, что регулирование параметров процесса фильтрации энергии излучения дополнительно содержит регулирование по меньшей мере одного из: энергии, интенсивности и направления энергии излучения.

51. Способ по п.28, отличающийся тем, что процесс регулирования параметров процесса фильтрации энергии излучения дополнительно содержит коррекцию части объёма сканирования.

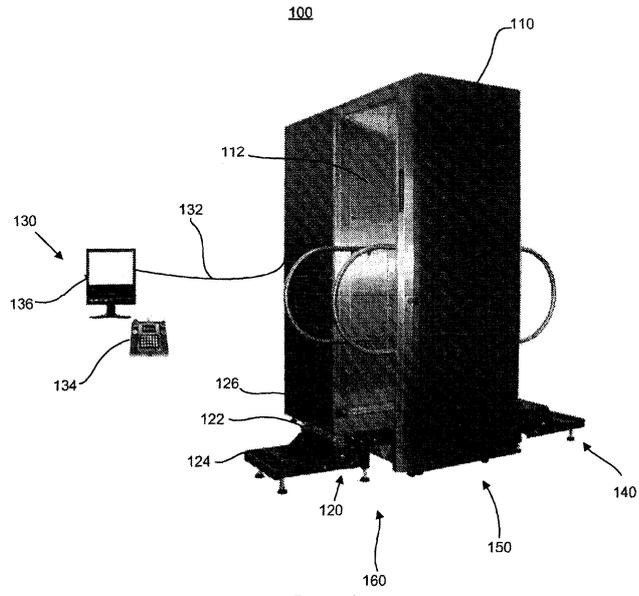
52. Способ по п.28, отличающийся тем, что регулирование параметров процесса транспортировки дополнительно включает в себя регулирование по меньшей мере одного из: направления транспортировки и скорости.

53. Способ по п.28, отличающийся тем, что регулирование дополнительно включает в себя прекращение всех процессов - выработки энергии, фильтрации и транспортировки - после инициирования по меньшей мере одного из: данных о неисправности устройства транспортировки, данных об ошибке в энергии и данных об ошибке в дозе объекта.

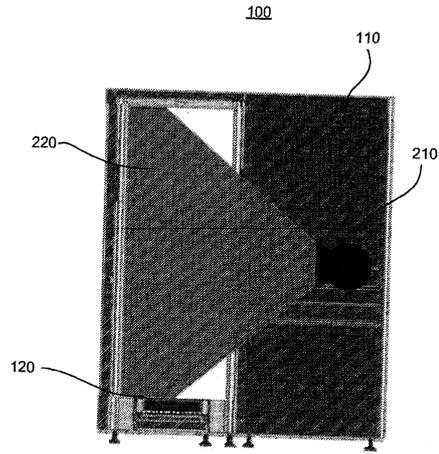
54. Способ по п.28, отличающийся тем, что дополнительно содержит создание рентгенографического изображения на основе сигнала, соответствующего данным дозы объекта, и показателя.

55. Способ по п.54, отличающийся тем, что создание рентгенографического изображения дополнительно содержит обработку сигнала, соответствующего данным дозы объекта, для усиления рентгенографического изображения.

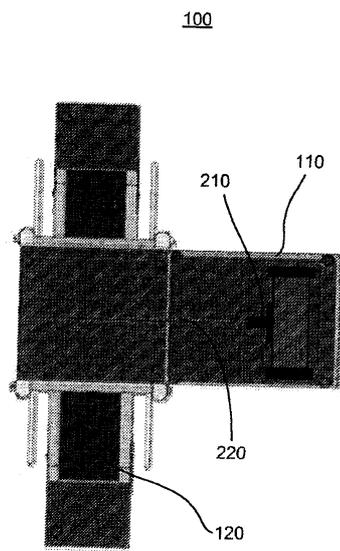
56. Способ по п.54, отличающийся тем, что дополнительно содержит сохранение рентгенографического изображения в базе данных и извлечение рентгенографического изображения из базы данных.



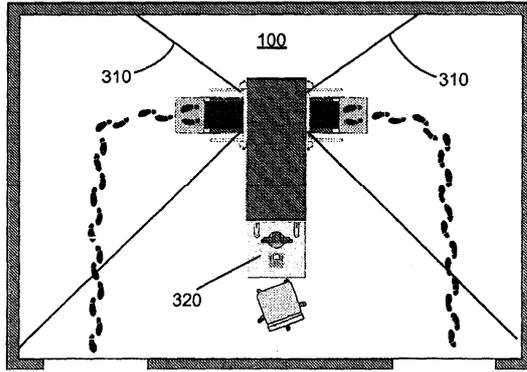
Фиг. 1



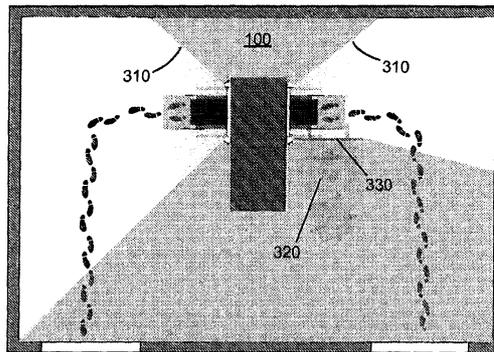
Фиг. 2А



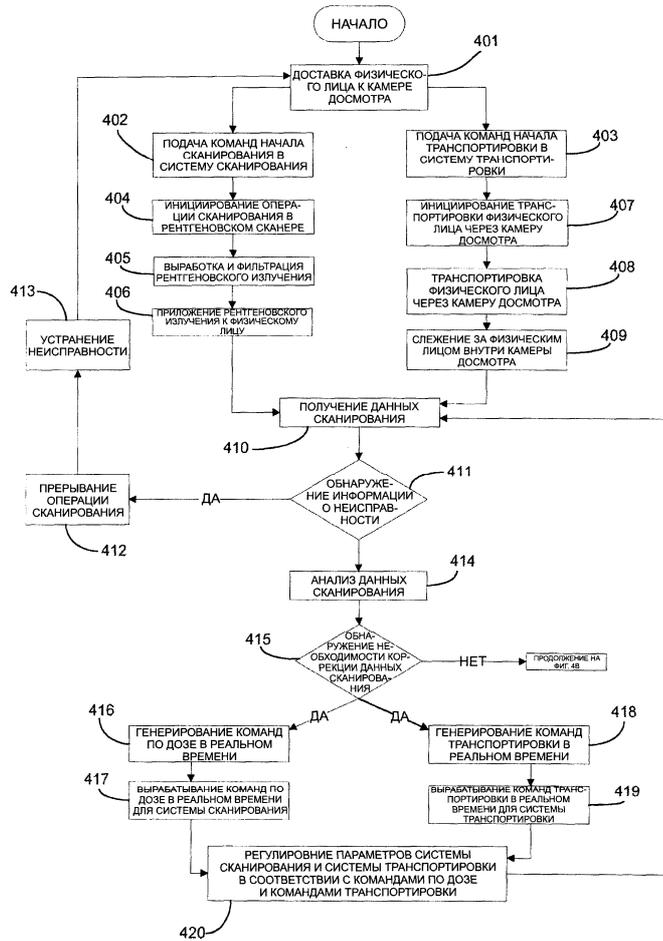
Фиг. 2В



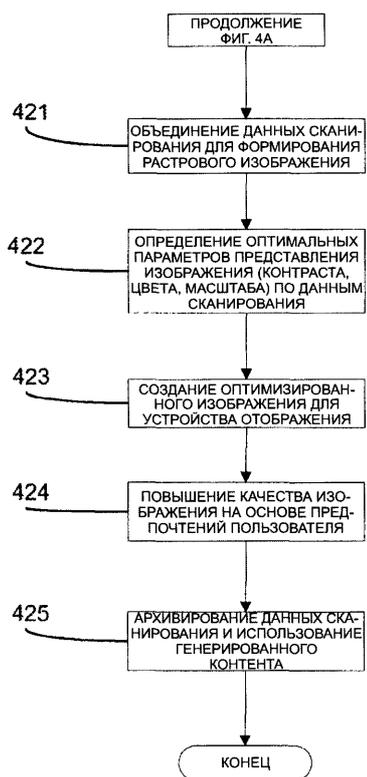
Фиг. 3А



Фиг. 3В



Фиг. 4А



Фиг. 4В

