

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **037954**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.06.11**

(51) Int. Cl. **G01V 5/00** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201691636**

(22) Дата подачи заявки  
**2014.09.01**

---

(54) **ДВУХРЕЖИМНЫЕ СИСТЕМА И СПОСОБ ДОСМОТРА БЫСТРО ДВИЖУЩИХСЯ  
ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ**

---

(31) **201410204799.6**

(56) CN-A-101162507  
WO-A2-2012106730  
CN-A-103984035  
CN-U-204009098  
WO-A2-2013117694  
CN-U-203178215

(32) **2014.05.15**

(33) **CN**

(43) **2017.05.31**

(86) **PCT/CN2014/085672**

(87) **WO 2015/172464 2015.11.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ПАУЭРСКАН КОМПАНИ  
ЛИМИТЕД (CN)**

(72) Изобретатель:  
**Цао Яньфэн, Ван Шаофэн, Янь Сюн,  
Чжэн Цзяньбинь, Чжан Дань, Ли  
Суци, Фэн Чжитао (CN)**

(74) Представитель:  
**Нилова М.И. (RU)**

---

(57) Предложена двухрежимная система досмотра быстро движущихся объектов с использованием излучения, которая содержит источник излучения, коллиматор (220), блоки (110, 121, 122, 150, 160) датчиков, модуль (500) управления, детектор излучения и устройство формирования изображения при помощи излучения, причем блоки (110, 121, 122, 150, 160) датчиков используют для идентификации типа движущегося объекта и контроля положения движущегося объекта на досмотровом участке; модуль (500) управления используют для управления источником излучения так, чтобы он испускал лучи в заданном рабочем режиме на основе типа и положения движущегося объекта; заданный рабочий режим соответствует типу движущегося объекта, и в разных рабочих режимах лучи, испускаемые источником излучения, характеризуются разной мощностью дозы. Раскрытые выше система и способ досмотра позволяют осуществлять досмотр с использованием излучения всего движущегося объекта, такого как транспортное средство.

---

**037954**  
**B1**

**037954**  
**B1**

### **Область техники**

Настоящее изобретение относится к области формирования изображения при помощи излучения и, в частности, к двухрежимным системе и способу досмотра быстро движущихся объектов с использованием излучения.

### **Уровень техники**

Система излучения высокой энергии обычно содержит источник излучения, коллиматор для сведения лучей, испускаемых источником излучения, в секторообразный пучок, датчик для обнаружения положения движущегося объекта, детектор излучения, устройство формирования изображения при помощи излучения, устройство экранирования излучения и т.д. Система излучения высокой энергии такого типа используется для автоматического сканирования объекта, движущегося с высокой скоростью, такого как транспортное средство, с целью досмотра, что позволяет осуществлять проверку на предмет контрабанды, провоза незаконных или запрещенных предметов без остановки транспортных средств, движущихся с высокой скоростью, и является идеальным средством для проверки транспортных средств и грузов.

Во время досмотра транспортных средств, движущихся с высокой скоростью, с использованием излучения необходимо избегать облучения и сканирования части транспортного средства, в которой находятся люди. Обычно источник излучения испускает лучи после того, как водительская кабина проходит место сканирования, и лучи сканируют только грузовое отделение позади водительской кабины, а не саму водительскую кабину, вследствие чего обеспечивается защита водителя от поражения излучением. В результате система излучения не может сканировать водительскую кабину транспортного средства (такую как передняя часть грузового автомобиля) и полностью прерывает сканирование для некоторых пассажирских автомобилей (таких как автобус с большим количеством людей внутри). Таким образом, досмотр всего транспортного средства не может быть осуществлен, что приводит к потенциальному риску с точки зрения обеспечения безопасности.

### **Раскрытие сущности изобретения**

В свете этого в соответствии с вариантом или вариантами осуществления настоящего изобретения предложены двухрежимная система и способ досмотра быстро движущихся объектов с использованием излучения. Касательно разных типов движущихся объектов или разных частей одного движущегося объекта применяют разные рабочие режимы сканирования с использованием излучения, тем самым осуществляя досмотр всего транспортного средства с обеспечением безопасности людей.

В соответствии с вариантом или вариантами осуществления настоящего изобретения предложена двухрежимная система досмотра быстро движущихся объектов с использованием излучения, содержащая: источник излучения, коллиматор, блок датчиков, модуль управления, детектор излучения и устройство формирования изображения при помощи излучения, причем

блок датчиков используют для идентификации типа движущегося объекта и контроля положения движущегося объекта на досмотровом участке;

модуль управления используют для управления источником излучения так, чтобы он испускал лучи в заданном рабочем режиме на основе типа и положения движущегося объекта;

причем заданный рабочий режим соответствует типу движущегося объекта и в разных рабочих режимах лучи, испускаемые источником излучения, характеризуются разной мощностью дозы.

Предпочтительно, заданный рабочий режим содержит режим с постоянной мощностью дозы и режим с непостоянной мощностью дозы;

в режиме с постоянной мощностью дозы мощность дозы излучения удерживают на низком уровне мощности дозы;

в режиме с непостоянной мощностью дозы мощность дозы излучения переключают между низким уровнем мощности дозы и высоким уровнем мощности дозы;

причем низкий уровень мощности дозы ниже предела, указанного в правилах обеспечения радиационной безопасности, а высокий уровень мощности дозы выше предела, указанного в правилах обеспечения радиационной безопасности.

Предпочтительно, средняя интенсивность потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с низким уровнем мощности дозы, составляет 1-20% от интенсивности потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с высоким уровнем мощности дозы.

Предпочтительно, источник излучения используют для испускания лучей с одним уровнем энергии и/или лучей с двумя уровнями энергии.

Предпочтительно, блок датчиков содержит первую подгруппу датчиков, вторую подгруппу датчиков и третью подгруппу датчиков;

первая подгруппа датчиков расположена с входной стороны досмотровой зоны для досмотра с использованием излучения на досмотровом участке, а вторая и третья подгруппы датчиков расположены с выходной стороны досмотровой зоны для досмотра с использованием излучения;

расстояние между второй и третьей подгруппами датчиков больше или равно L, причем L является максимальной длиной области, в которой могут находиться люди, среди различных типов движущихся объектов.

Предпочтительно, детектор излучения представляет собой двухмерный матричный детектор, содержащий множество одномерных матричных детекторов, расположенных близко друг к другу.

Предпочтительно, коллиматор содержит множество узких щелей, расположенных так, чтобы лучи, проходящие через коллиматор, попадали на весь детектор излучения.

В соответствии с вариантом или вариантами осуществления настоящего изобретения дополнительно предложен двухрежимный способ досмотра быстро движущихся объектов с использованием излучения на основе вышеуказанной или вышеуказанных систем, причем способ включает:

выполнение сканирования лучами с низким уровнем мощности дозы, в отношении движущегося объекта, имеющего водительскую кабину и грузовое отделение, когда водительская кабина должна оказаться в досмотровой зоне;

выполнение сканирования лучами с высоким уровнем мощности дозы, когда водительская кабина покинула досмотровую зону, а грузовое отделение должно оказаться в досмотровой зоне; и

прекращение сканирования, после того как движущийся объект полностью покинул досмотровую зону.

Предпочтительно, в течение одного досмотра с использованием излучения лучи с низким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с одним уровнем энергии или лучи с двумя уровнями энергии, и лучи с высоким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с одним уровнем энергии или лучи с двумя уровнями энергии.

Предпочтительно, когда лучи с низким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с одним уровнем энергии, энергия излучения лучей составляет 1-9 МэВ;

а когда лучи с низким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с двумя уровнями энергии, состояния лучей с высоким и низким уровнями энергии выбирают из одного из следующих трех вариантов:

1) низкий уровень энергии 1-6 МэВ и высокий уровень энергии 4-9 МэВ;

2) низкий уровень энергии 1-3 МэВ и высокий уровень энергии 2-5 МэВ;

3) низкий уровень энергии 3-6 МэВ и высокий уровень энергии 4-9 МэВ;

причем высокий уровень энергии лучей с двумя уровнями энергии всегда выше низкого уровня энергии таковых.

Предпочтительно, когда лучи с высоким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с одним уровнем энергии, энергия излучения этих лучей составляет 4-9 МэВ;

а когда лучи с высоким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с двумя уровнями энергии, состояния лучей с высоким и низким уровнями энергии выбирают из одного из следующих двух вариантов:

1) низкий уровень энергии 1-6 МэВ и высокий уровень энергии 4-9 МэВ;

2) низкий уровень энергии 3-6 МэВ и высокий уровень энергии 4-9 МэВ;

причем высокий уровень энергии лучей с двумя уровнями энергии всегда выше низкого уровня энергии таковых.

Предпочтительно, когда и лучи с низким уровнем мощности дозы, и лучи с высоким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с двумя уровнями энергии, и во время одного досмотра с использованием излучения имеют место по меньшей мере три состояния.

В соответствии с вариантом или вариантами осуществления настоящего изобретения дополнительно предложен двухрежимный способ досмотра быстро движущихся объектов с использованием излучения на основе вышеуказанной или вышеуказанных систем, причем способ включает:

выполнение сканирования лучами с низким уровнем мощности дозы в отношении движущегося объекта, имеющего кабину/отделение или отделения для пассажиров, когда движущийся объект должен оказаться в досмотровой зоне;

прекращение сканирования после того, как движущийся объект полностью покинул досмотровую зону.

Предпочтительно, в процессе одного досмотра с использованием излучения лучи с низким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с одним уровнем энергии или лучи с двумя уровнями энергии.

Предпочтительно, когда лучи с низким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с одним уровнем энергии, их энергия излучения составляет 1-9 МэВ;

а когда лучи с низким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с двумя уровнями энергии, состояния лучей с высоким и низким уровнями энергии выбирают из одного из следующих двух вариантов:

1) низкий уровень энергии 1-6 МэВ и высокий уровень энергии 4-9 МэВ;

2) низкий уровень энергии 1-3 МэВ и высокий уровень энергии 2-5 МэВ;

причем высокий уровень энергии лучей с двумя уровнями энергии всегда выше низкого уровня энергии таковых.

Полезные эффекты настоящего изобретения:

в соответствии с вариантом или вариантами осуществления настоящего изобретения рабочий режим сканирования с использованием излучения источника излучения определяют на основе типа скани-

руемого объекта, и для разных типов движущихся объектов используют разные рабочие режимы; досмотр с использованием излучения применяют в отношении движущегося объекта на 100%; когда груз подвергают сканированию с использованием излучения с высоким уровнем энергии и высоким уровнем мощности дозы, человек каждый раз получает дозу излучения, которая ниже предела, указанного в правилах обеспечения безопасности;

и в режиме сканирования с двумя уровнями энергии может быть выполнена идентификация материала. С помощью варианта или вариантов осуществления настоящего изобретения может быть реализован стабильный, надежный и быстродействующий досмотр со сканированием с использованием излучения, который обеспечивает высокую степень безопасности и является оптимальным для автоматического досмотра с быстрым сканированием разных типов движущихся объектов.

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 представлена структурная схема системы досмотра с использованием излучения в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 2 схематически проиллюстрировано применение системы досмотра с использованием излучения в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3 схематически представлена диаграмма рабочего режима сканирования с использованием излучения грузового автомобиля в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 4 схематически представлена диаграмма рабочего режима сканирования с использованием излучения пассажирского автомобиля в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 5 схематически представлена диаграмма рабочего режима сканирования с использованием излучения грузового автомобиля в соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 6 схематически представлена диаграмма рабочего режима сканирования с использованием излучения пассажирского автомобиля в соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения.

#### **Осуществление изобретения**

Ниже подробно описаны одно или более технических решений настоящего изобретения в связи с конкретными вариантами осуществления изобретения и со ссылками на прилагаемые чертежи.

При описании количественной характеристики излучения рентгеновских лучей или гамма-лучей применительно к объекту могут быть использованы параметры, относящиеся к дозе излучения или мощности дозы излучения. Например, поглощенная доза выражает среднюю энергию излучения, полученную или "поглощенную" единичной/удельной массой материала, в Дж/кг или в единицах Международной системы измерения - грей (Гр), причем 1 Дж/кг=1 Гр. Мощность дозы излучения представляет собой изменение дозы излучения за единицу времени. Путем уменьшения дозы излучения (далее для краткости "дозы") или мощности дозы излучения (далее для краткости "мощности дозы") лучей может быть снижено физиологическое поражение излучением человеческого тела.

На фиг. 1 представлена структурная схема системы досмотра с использованием излучения в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения, которая содержит: источник излучения, блоки датчиков, модуль управления, детектор излучения и устройство формирования изображения при помощи излучения, причем источник излучения может испускать лучи с разными уровнями мощности дозы, которые коллиматор сводит в секторообразный пучок, облучающий зону сканирования на досмотровом участке. Блоки датчиков могут идентифицировать тип движущегося объекта и контролировать положение движущегося объекта на досмотровом участке. Модуль управления может управлять источником излучения так, чтобы он испускал лучи в заданном рабочем режиме. Движущийся объект сканируют, когда он находится в зоне сканирования. Пучок лучей проходит через движущийся объект, затем он попадает на детектор излучения, и его используют для создания изображения посредством устройства формирования изображения при помощи излучения. Согласно настоящему документу заданный рабочий режим содержит по меньшей мере два рабочих режима. Лучи в разных рабочих режимах характеризуются разными уровнями мощности дозы. Разные рабочие режимы активируют на основе типа движущегося объекта. Досмотр с использованием излучения выполняют в отношении всего движущегося объекта.

На фиг. 2 схематически проиллюстрировано применение системы досмотра с использованием излучения в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения, причем система содержит: источник 210 излучения, коллиматор 220, блоки 110, 121, 122, 150, 160 датчиков, матрицу 300 детекторов, модуль 500 управления и устройство 400 формирования изображения, причем источник 210 излучения выполнен с возможностью испускания, например, рентгеновских лучей, направляемых коллиматором 220 в секторообразный пучок сканирующих лучей, облучающий зону сканирования. Движущийся объект сканируют, когда он находится в зоне сканирования. Пучок лучей проходит через движущийся объект, затем он попадает на матрицу 300 детекторов, и его используют для создания изображения при помощи излучения посредством устройства 400 формирования изображения. Блоки 110, 121, 122, 150, 160 датчиков взаимодействуют с модулем 500 управления при управлении рабочим режимом источника 210 излучения, а также временем запуска и прекращения испускания лучей.

В частности, блоки 110, 121, 122, 150, 160 датчиков выполнены с возможностью обнаружения прибытия движущегося объекта (когда он достигает места, в котором установлен блок датчиков, блок датчиков срабатывает) и обнаружения отбытия движущегося объекта (когда он покидает место, в котором установлен блок датчиков, блок датчиков возвращается в свое состояние до срабатывания). Блоки 110, 121, 122, 150, 160 датчиков могут представлять собой фотоэлектрический датчик (такой как фотоэлектрический выключатель, выключатель со световым экраном), датчик металла (такой как стационарная чувствительная катушка), датчик давления (такой как датчик осевой нагрузки) и др., или могут представлять собой сочетание этих датчиков. Блоки 110, 121, 122, 150, 160 датчиков могут быть расположены над землей досмотрового участка или могут быть расположены под землей досмотрового участка для идентификации разных типов движущихся объектов (таких как грузовые автомобили, имеющие относительно большой продольный размер) и разных частей движущегося объекта (таких как водительская кабина и грузовое отделение грузового автомобиля). Могут быть использованы разные типы датчиков для определения параметров объекта, таких как скорость движения, рабочий объем двигателя, масса и т.п. В зависимости от конкретной ситуации может быть использован оптический датчик для быстрой идентификации типа или рабочего объема двигателя и т.п. транспортногo средства.

В соответствии с вариантом осуществления, представленным на фиг. 2, блок 110 датчиков расположен на входе досмотрового участка для обнаружения попадания какого-либо движущегося объекта на досмотровый участок. Блок 160 датчиков расположен на выходе досмотрового участка для обнаружения того, что какой-либо движущийся объект покинул досмотровый участок. На входе и выходе досмотрового участка дополнительно могут быть расположены светофор и барьер для отправки движущегося объекта на досмотровый участок в соответствующий момент времени и предотвращения поражения людей излучением в случае их непреднамеренного попадания на этот участок. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления изобретения блоки 110 и 160 датчиков не являются обязательными.

Блок 121 датчиков расположен с входной стороны зоны сканирования и рядом с границей зоны сканирования на этой стороне. Если блок 121 датчиков срабатывает, это значит, что в зоне сканирования должен оказаться движущийся объект. На основе сигнала, указывающего на срабатывание блока 121 датчиков, модуль 500 управления дает команду источнику 210 излучения, чтобы он испускал лучи, в результате чего начинается сканирование движущегося объекта. Рабочий режим, в котором источник 210 излучения испускает лучи, подробнее описан ниже.

Блок 122 датчиков расположен с выходной стороны зоны сканирования и рядом с границей зоны сканирования на этой стороне. Если блок 122 датчиков возвращается в свое состояние до срабатывания, это значит, что движущийся объект покинул зону сканирования. На основе сигнала от блока 122 датчиков модуль 500 управления дает команду источнику 210 излучения, чтобы он немедленно прекратил испускать лучи.

Блок 150 датчиков расположен с выходной стороны зоны сканирования на некотором расстоянии от границы зоны сканирования на этой стороне, причем данное расстояние должно быть не меньше максимальной длины области, в которой могут находиться люди (такой как водительская кабина), для различных типов движущихся объектов так, чтобы при срабатывании блока 150 датчиков часть водительской кабины в движущемся объекте уже покинула зону сканирования, а остальные части через зону сканирования еще не прошли. Блок 150 датчиков может содержать множество фотоэлектрических выключателей или световых экранов, установленных на разной высоте для удобства идентификации разных типов транспортных средств, таких как небольшой легковой автомобиль или большой грузовой автомобиль, в результате чего обеспечивается досмотр этих транспортных средств с использованием излучения в надлежащем рабочем режиме источника излучения.

Основная функция блоков 110, 121, 122, 150, 160 датчиков в соответствии с вариантом осуществления, показанным на фиг. 2, состоит в идентификации типа движущегося объекта и контроле положения движущегося объекта на досмотровом участке. Таким образом, дополнительно к описанной конфигурации касательно этого варианта осуществления изобретения в отношении разных блоков датчиков на основе конкретных требований могут быть разработаны иные конфигурации. Например, ранее в технологическом процессе относительно зоны сканирования могут быть расположены два датчика. На основе разницы между моментами времени, в которые срабатывают эти два датчика, реагируя на движущийся объект, соответственно, а также на основе расстояния между этими двумя датчиками можно определить скорость перемещения движущегося объекта. Далее, на основе информации, такой как положение движущегося объекта, длина водительской кабины и т.п., можно вычислить время, которое требуется, чтобы водительская кабина и грузовое отделение движущегося объекта достигли зоны сканирования, соответственно, и таким образом, можно определить моменты времени, в которые водительская кабина и грузовое отделение достигнут зоны сканирования и может быть приведен в действие источник излучения в надлежащем рабочем режиме, т.е. когда грузовое отделение достигнет зоны сканирования, произойдет испускание лучей с высоким уровнем мощности дозы. Кроме того, на основе моментов времени, в которые движущийся объект достигает разных датчиков или удаляется от разных датчиков, можно вычислить скорость движущегося объекта в разных положениях.

Источник 210 излучения, такой как бетатрон, разрезной микротрон (RTM), может испускать лучи с

разными уровнями мощности дозы. Рассмотрим в качестве примера бетатрон. Регулируя время инъекции и время группировки, можно управлять интенсивностью потока ускоренного пучка электронов и, следовательно, мощностью дозы рентгеновского излучения, испускаемого ускорителем, и, таким образом, можно получать лучи с разными уровнями мощности дозы. Ускоритель может работать в режимах с одним и тем же уровнем энергии и разными дозами, и им можно управлять в реальном времени. Формула, характеризующая рентгеновское излучение, создаваемое электронами, сталкивающимися с металлической целью:

$$J_x = \eta i V^n \left( \frac{cGy}{min} \cdot m \right)$$

В этой формуле

$J_x$  - доза рентгеновского излучения,

$i$  - средняя интенсивность потока электронного пучка (в мкА),

$V$  - энергия пучка (в МВ).

Когда  $V$  составляет 3 МВ, то  $\eta$  выбирают как 0,0271, а  $n$  выбирают как 3;

когда же  $V$  составляет 8 МВ, то  $\eta$  выбирают как 0,0964, а  $n$  выбирают как 2,7. При одной и той же интенсивности  $i$  потока электронов, когда  $V$  составляет 4 МВ и 8 МВ соответственно, мощность дозы излучения в последнем случае (когда  $V$  составляет 8 МВ) приблизительно в 36,1 раза больше, нежели в первом случае (когда  $V$  составляет 4 МВ), на единичный период времени. Видно, что мощность дозы излучения можно регулировать путем изменения или интенсивности  $i$  потока или энергии  $V$  пучка электронов. Следовательно, при надлежащем регулировании интенсивности потока электронов и энергии излучения источника излучения могут быть соблюдены требования безопасности при осуществлении сканирования с низким уровнем мощности дозы, и может быть достигнута высокая проникающая способность излучения при осуществлении сканирования с высоким уровнем мощности дозы.

Коллиматор 220 выполнен с возможностью экранирования лучей, испускаемых источником излучения и распространяющихся за пределы зоны сканирования, в результате чего уменьшается облучение досматриваемого объекта. Коллиматор 220 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения выполнен из материала с большой массовой толщиной. В соответствии с разными вариантами осуществления изобретения коллиматор имеет одну или более узких щелей. Лучи, проходящие через узкую щель или узкие щели, образуют секторообразный пучок лучей, а остальные лучи экранируются коллиматором.

Матрица 300 детекторов выполнена с возможностью преобразования луча, падающего на чувствительный материал матрицы детекторов, в цифровой сигнал. Матрица 300 детекторов в соответствии с настоящим изобретением представляет собой двухмерную матрицу, состоящую из множества одномерных матриц, расположенных близко друг к другу, что может увеличить скорость сканирования системы и уменьшить дозу отдельно взятого сканирования.

Предпочтительно, ширина секторообразного пучка лучей, который образуют лучи, проходящие через одну или более узких щелей коллиматора 220, равна ширине чувствительного к излучению материала или материалов в матрице 300 детекторов, благодаря чему весь пучок лучей может попадать точно на чувствительную к излучению область или области, в результате чего доза для отдельно взятого сканирования дополнительно уменьшается до предела. На практике ширина секторообразного пучка лучей, образованного лучами, проходящими через коллиматор 220, может быть несколько больше ширины чувствительного к излучению материала матрицы 300 детекторов.

Устройство 400 формирования изображения при помощи излучения выполнено с возможностью получения от матрицы 300 детекторов цифрового сигнала, который далее преобразовывается в данные об излучении в виде изображений или таблиц и т.п. для проверки рабочим персоналом. Кроме того, устройство 400 формирования изображения выполнено с возможностью передачи данных о рабочем режиме или режимах сканирования с использованием излучения источника излучения в модуль 500 управления на основе величин, задаваемых рабочим персоналом. Модуль 500 управления выполнен с возможностью управления источником 210 излучения для осуществления сканирования в указанном рабочем режиме или режимах на основе полученных данных о рабочем режиме или режимах и на основе сигнала или сигналов от блоков 110, 120, 122, 150, 160 датчиков.

На фиг. 3 схематически представлена диаграмма рабочего режима сканирования с использованием излучения с помощью источника излучения для досмотра с использованием излучения грузового автомобиля в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения, причем на фиг. 3(b)-3(e) проиллюстрированы уровни мощности дозы излучения источника излучения и состояния энергии излучения в разных режимах. Следует отметить, что каждый из вариантов осуществления изобретения со ссылками на фиг. 3-6 описан в связи с расположением блоков датчиков, как показано на фиг. 2.

На фиг. 3(a) проиллюстрирован движущийся объект в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения, т.е. грузовой автомобиль, который будет целиком досмотрен путем сканирования. Во время сканирования в отношении передней части транспортного средства (в которой находится водитель) и части грузового отделения (в которой находится груз) предпринимаются разные действия. Пе-

реднюю часть транспортного средства сканируют лучами с низким уровнем мощности дозы, чтобы поглощенная доза излучения, которому подвергнется человек за отдельно взятое сканирование, удовлетворяла требованиям соответствующих стандартов безопасности (таких как ANSI43.17, IEC62463); а грузовое отделение транспортного средства сканируют лучами с высоким уровнем мощности дозы для увеличения проникающей способности излучения. На фиг. 3(b) показано состояние мощности дозы излучения во время сканирования всего грузового автомобиля. На фиг. 3(c), 3(d) и 3(e) представлены диаграммы состояния энергии излучения соответственно во время работы, проиллюстрированной на фиг. 3(b).

Как показано на фиг. 3(b), момент  $t_{121}$  времени является моментом времени, в который транспортное средство достигает блока 121 датчиков, блок 121 датчиков срабатывает, и транспортное средство должно оказаться в зоне сканирования. На основе сигнала о срабатывании модуль 500 управления дает команду источнику 210 излучения, чтобы он испускал лучи с низким уровнем мощности дозы (состояние DL). В момент  $t_{1221}$  времени транспортное средство достигает блока 122 датчика. В момент  $t_{150}$  времени транспортное средство достигает блока 150 датчиков, и в этот момент передняя часть транспортного средства (которую требовалось просканировать с низким уровнем мощности дозы) покидает зону сканирования, а грузовое отделение транспортного средства (подлежащее сканированию с высоким уровнем мощности дозы) должно оказаться в зоне сканирования. Таким образом, на основе сигнала от блока 150 датчиков модуль 500 управления дает команду источнику излучения, чтобы он испускал лучи с высоким уровнем мощности дозы (состояние DH) для сканирования грузовой части транспортного средства. В момент  $t_{1220}$  времени транспортное средство удаляется от блока 122 датчиков, и модуль 500 управления дает команду источнику излучения немедленно прекратить испускание лучей. К этому моменту устройство 400 формирования изображения при помощи излучения получает полное изображение при помощи излучения путем сканирования передней части транспортного средства с низким уровнем мощности дозы и сканирования грузового отделения транспортного средства с высоким уровнем мощности дозы.

Как показано на фиг. 3(c), источник 210 излучения продолжает работать в состоянии с высоким уровнем энергии (EH) в течение всего процесса сканирования. Переднюю часть транспортного средства сканируют с низким уровнем мощности дозы (состояние DL), а часть грузового отделения транспортного средства сканируют с высоким уровнем мощности дозы (состояние DH). Другими словами, переднюю часть грузового автомобиля сканируют в режиме с низким уровнем мощности дозы и высоким уровнем энергии, а его часть грузового отделения сканируют в режиме с высоким уровнем мощности дозы и высоким уровнем энергии.

Как показано на фиг. 3(d), переднюю часть транспортного средства сканируют в режиме с низким уровнем мощности дозы и высоким уровнем энергии, а часть грузового отделения транспортного средства сканируют в режиме с высоким уровнем мощности дозы и двумя уровнями энергии, в котором источник излучения испускает лучи с двумя уровнями энергии, т.е. лучи испускаются попеременно с высоким уровнем энергии и с низким уровнем энергии. Соответственно, лучи, сохраняющие свое единственное состояние энергии, называются лучами с одним уровнем энергии, как показано на фиг. 3(c). Режим, проиллюстрированный на фиг. 3(d), может удовлетворять требованию осуществлять сканирование передней части транспортного средства с низким уровнем мощности дозы и также может быть использован для получения изображения при помощи двух уровней энергии части грузового отделения транспортного средства с относительно высокой проникающей способностью. Кроме того, поскольку изображение при помощи двух уровней энергии, получаемое путем сканирования с двумя уровнями энергии, можно использовать для идентификации разных материалов, вариант осуществления изобретения со ссылкой на фиг. 3(d) дополнительно может быть использован для идентификации груза, перевозимого транспортным средством.

Как показано на фиг. 3(e), во время всего процесса сканирования источник 210 излучения испускает лучи с двумя уровнями энергии. Другими словами, переднюю часть транспортного средства сканируют в режиме с низким уровнем мощности дозы и двумя уровнями энергии, а часть грузового отделения транспортного средства сканируют в режиме с высоким уровнем мощности дозы и двумя уровнями энергии. Таким образом, может быть удовлетворено требование осуществлять сканирование передней части транспортного средства с низким уровнем мощности дозы, а также может быть получено изображение при помощи двух уровней энергии всего транспортного средства.

На фиг. 4 схематически представлена диаграмма рабочего режима сканирования с использованием излучения для досмотра с использованием излучения пассажирского автомобиля в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения, причем на фиг. 4(b)-4(d) проиллюстрированы уровни мощности дозы и состояния энергии лучей, испускаемых источником излучения в разных режимах.

На фиг. 4(a) проиллюстрирован движущийся объект в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения, т.е. пассажирский автомобиль, досматриваемый путем сканирования. Поскольку человек может располагаться на любом сиденье переднего ряда или заднего ряда транспортного средства, все транспортное средство сканируют лучами с низким уровнем мощности дозы. На фиг. 4(b) показано состояние мощности дозы излучения во время сканирования всего пассажирского автомобиля. На фиг. 4(c) и 4(d) представлены диаграммы состояния энергии излучения соответственно во время работы, проиллюстрированной на фиг. 4(b).

Как показано на фиг. 4(b), момент  $t_{121}$  времени является моментом времени, в который транспортное средство достигает блока 121 датчиков, что указывает на то, что транспортное средство должно оказаться в зоне сканирования. На основе сигнала от блока 121 датчиков модуль 500 управления дает команду источнику 210 излучения, чтобы он испускал лучи с низким уровнем мощности дозы (состояние DL);

момент  $t_{1221}$  времени является моментом времени, в который транспортное средство достигает блока 122 датчиков;

момент  $t_{1220}$  времени является моментом времени, в который транспортное средство удаляется от блока 122 датчиков, что указывает на то, что транспортное средство покидает зону сканирования.

Модуль 500 управления дает команду источнику излучения прекратить испускание лучей. Во время всего процесса сканирования источник 210 излучения все время испускает лучи с низким уровнем мощности дозы (состояние DL). Блок 150 датчиков не работает.

Как показано на фиг. 4(c), источник 210 излучения продолжает работать в состоянии с высоким уровнем энергии (EH) в течение всего процесса сканирования. Другими словами, все транспортное средство сканируют с низким уровнем мощности дозы в режиме с высоким уровнем энергии.

Как показано на фиг. 4(d), источник 210 излучения испускает лучи с двумя уровнями энергии в течение всего процесса сканирования. Другими словами, все транспортное средство сканируют в режиме с низким уровнем мощности дозы и двумя уровнями энергии.

На фиг. 5 схематически показана диаграмма рабочего режима сканирования с использованием излучения грузового автомобиля в соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения.

Как показано на фиг. 5(b), состояние мощности дозы лучей источника 210 излучения и его изменение совпадают с проиллюстрированными на фиг. 3(b).

Как показано на фиг. 5(c), во время сканирования источник 210 излучения работает в состоянии с низким уровнем энергии (EL) и в состоянии с высоким уровнем энергии (EH). Переднюю часть транспортного средства сканируют в режиме с низким уровнем мощности дозы и низким уровнем энергии, а часть грузового отделения транспортного средства сканируют в режиме с высоким уровнем мощности дозы и высоким уровнем энергии.

Как показано на фиг. 5(d), во время сканирования источник 210 излучения сканирует переднюю часть транспортного средства в режиме с низким уровнем мощности дозы и низким уровнем энергии и сканирует часть грузового отделения транспортного средства в режиме с высоким уровнем мощности дозы и двумя уровнями энергии, причем в режиме с двумя уровнями энергии высокий уровень энергии обозначен как EH, а низкий уровень энергии обозначен как EL.

Как показано на фиг. 5(e), во время сканирования источник 210 излучения испускает лучи с двумя уровнями энергии. Переднюю часть транспортного средства сканируют в режиме с низким уровнем мощности дозы и двумя уровнями энергии, а часть грузового отделения транспортного средства сканируют в режиме с высоким уровнем мощности дозы и двумя уровнями энергии, причем в режиме с низким уровнем мощности дозы и двумя уровнями энергии высокий уровень энергии обозначен как EH1, а низкий уровень энергии обозначен как EL1;

причем в режиме с высоким уровнем мощности дозы и режиме с двумя уровнями энергии высокий уровень энергии обозначен как EH2, а низкий уровень энергии обозначен как EL2.

Согласно настоящему документу уровни EL1 и EL2 могут быть равны или могут отличаться друг от друга и уровни EH1 и EH2 могут быть равны или могут отличаться друг от друга при условии, что может быть получено изображение при помощи двух уровней энергии всего транспортного средства. Например, во время сканирования, как показано на фиг. 5(e), состояния энергии лучей выбраны так, что  $EL1 \neq EL2$  и  $EH1 \neq EH2$ . Следовательно, во время такого процесса будет четыре состояния энергии испускаемых лучей: EL1, EL2, EH1 и EH2.

При выборе  $EL1 = EL2$  и  $EH1 \neq EH2$  во время сканирования будет три состояния энергии: EL1 (EL2), EH1 и EH2.

На фиг. 6 схематически представлена диаграмма рабочего режима сканирования с использованием излучения пассажирского автомобиля в соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения.

Как показано на фиг. 6(b), состояние мощности дозы лучей источника 210 излучения и его изменение совпадают с проиллюстрированными на фиг. 4(b).

Как показано на фиг. 6(c), источник 210 излучения продолжает работать в состоянии с низким уровнем энергии (EL) в течение всего процесса сканирования. Другими словами, все транспортное средство сканируют в режиме с низким уровнем мощности дозы и низким уровнем энергии.

Как показано на фиг. 6(d), источник 210 излучения испускает лучи с двумя уровнями энергии в течение всего процесса сканирования. Таким образом, все транспортное средство сканируют в режиме с низким уровнем мощности излучения и двумя уровнями энергии, причем высокий уровень энергии и низкий уровень энергии лучей с двумя уровнями энергии обозначены как EH1 и EL1 соответственно.

В варианте или вариантах осуществления настоящего изобретения средняя интенсивность потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с низким уровнем мощ-

ности дозы, составляет 1-20% от интенсивности потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с высоким уровнем мощности дозы.

В соответствии с вариантом или вариантами осуществления настоящего изобретения ЕН составляет 4-9 МВ, ЕL составляет 1-6 МВ.

В соответствии с вариантом или вариантами осуществления настоящего изобретения ЕН1 составляет 2-5 МВ, ЕL1 составляет 1-3 МВ, ЕН2 составляет 4-9 МВ, ЕL2 составляет 3-6 МВ

Выше подробно описаны технические решения настоящего изобретения в связи с конкретными вариантами осуществления изобретения. Конкретные раскрытые варианты осуществления изобретения использованы для способствования пониманию идеи настоящего изобретения. Любые производные или изменения, сделанные специалистами в данной области на основе конкретных вариантов осуществления настоящего изобретения, попадают в объем правовой охраны настоящего изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения, отличающаяся тем, что содержит источник излучения, коллиматор, блок датчиков, модуль управления, детектор излучения и устройство формирования изображения при помощи излучения, причем источник излучения представляет собой бетатрон, источник излучения выполнен с возможностью испускания лучей различных мощностей дозы; блок датчиков выполнен с возможностью идентификации типа движущегося объекта и контроля положения движущегося объекта на досмотровом участке; модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения так, чтобы он испускал лучи в заданном рабочем режиме на основе типа и положения движущегося объекта; причем заданный рабочий режим соответствует типу движущегося объекта; заданный рабочий режим содержит рабочий режим с постоянной мощностью дозы и рабочий режим с непостоянной мощностью дозы; в рабочем режиме с постоянной мощностью дозы мощность дозы излучения удерживают на низком уровне мощности дозы; в рабочем режиме с непостоянной мощностью дозы мощность дозы излучения содержит низкий уровень мощности дозы и высокий уровень мощности дозы; причем низкий уровень мощности дозы ниже предела, указанного в правилах обеспечения радиационной безопасности, а высокий уровень мощности дозы выше предела, указанного в правилах обеспечения радиационной безопасности; причем средняя интенсивность потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с низким уровнем мощности дозы, составляет 1-20% от интенсивности потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с высоким уровнем мощности дозы, и интенсивность потока пучка электронов управляется посредством регулирования времени инъекции и времени группировки пучка электронов.
2. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.1, отличающаяся тем, что источник излучения настраивает уровень мощности лучей, управляя интенсивностью потока ускоренного пучка электронов.
3. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по любому из пп.1-2, отличающаяся тем, что если блок датчиков идентифицирует движущийся объект, имеющий все свои кабину/отделение или отделения для пассажиров, модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения, чтобы принять рабочий режим с постоянной мощностью дозы для сканирования всего движущегося объекта лучами с низким уровнем мощности излучения.
4. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.3, отличающаяся тем, что модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения для сканирования всего движущегося объекта лучами с низким уровнем мощности излучения с высокой энергией.
5. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.3, отличающаяся тем, что модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения для сканирования всего движущегося объекта лучами с низким уровнем мощности излучения с двумя уровнями энергии.
6. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.3, отличающаяся тем, что модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения для сканирования всего движущегося объекта лучами с низким уровнем мощности излучения с низкой энергией.
7. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с

одним источником излучения по любому из пп.1-2, отличающаяся тем, что если блок датчиков идентифицирует движущийся объект, имеющий водительскую кабину и грузовое отделение, модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения, чтобы принять рабочий режим с непостоянной мощностью дозы для сканирования водительской кабины лучами низкого уровня мощности излучения и сканирования грузового отделения лучами высокого уровня мощности излучения.

8. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.7, отличающаяся тем, что модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения для сканирования водительской кабины лучами низкого уровня мощности излучения с высокой энергией и сканирования грузового отделения лучами высокого уровня мощности излучения с высокой энергией.

9. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.7, отличающаяся тем, что модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения для сканирования водительской кабины лучами низкого уровня мощности излучения с высокой энергией и сканирования грузового отделения лучами высокого уровня мощности излучения с двумя уровнями энергии.

10. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.7, отличающаяся тем, что модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения для сканирования водительской кабины лучами низкого уровня мощности излучения с низкой энергией и сканирования грузового отделения лучами высокого уровня мощности излучения с высокой энергией.

11. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.7, отличающаяся тем, что модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения для сканирования водительской кабины лучами низкого уровня мощности излучения с низкой энергией и сканирования грузового отделения лучами высокого уровня мощности излучения с двумя уровнями энергии.

12. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.7, отличающаяся тем, что модуль управления выполнен с возможностью управления источником излучения для сканирования водительской кабины лучами низкого уровня мощности излучения с двумя уровнями энергии и сканирования грузового отделения лучами высокого уровня мощности излучения с двумя уровнями энергии.

13. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по любому из пп.1-12, отличающаяся тем, что лучи, испускаемые источником излучения, являются лучами с одним уровнем энергии или лучами с двумя уровнями энергии.

14. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.13, отличающаяся тем, что лучи, испускаемые источником излучения при одиночном досмотре с использованием излучения, содержат по меньшей мере три состояния энергии.

15. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по любому из пп.1-12, отличающаяся тем, что блок датчиков содержит оптический датчик.

16. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по любому из пп.1-12, отличающаяся тем, что подгруппа датчиков может быть по меньшей мере фотоэлектрическим датчиком, датчиком металла и датчиком давления.

17. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по п.16, отличающаяся тем, что во множестве подгрупп датчиков первая подгруппа датчиков расположена ранее в технологическом процессе относительно досмотровой зоны для досмотра с использованием излучения на досмотровом участке, а

вторая и третья подгруппы датчиков расположены далее в технологическом процессе относительно досмотровой зоны для досмотра с использованием излучения;

расстояние между второй и третьей подгруппами датчиков больше или равно максимальной длине области, в которой могут находиться люди, среди различных типов движущихся объектов.

18. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по любому из пп.1-12, отличающаяся тем, что детектор излучения представляет собой двухмерный матричный детектор, содержащий множество одномерных матричных детекторов, расположенных близко друг к другу.

19. Двухрежимная быстрая система досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по любому из пп.1-12, отличающаяся тем, что коллиматор содержит множество узких щелей, расположенных так, чтобы лучи, проходящие через коллиматор, попадали на весь чувствительный к лучам материал детектора излучения.

20. Двухрежимный быстрый способ досмотра движущихся объектов на основе двухрежимной быстрой системы досмотра движущихся объектов с использованием излучения с одним источником излучения по любому из пп.1-19, отличающийся тем, что включает:

выполнение сканирования лучами с низким уровнем мощности дозы, в отношении движущегося

объекта, имеющего водительскую кабину и грузовое отделение, когда водительская кабина должна оказаться в досмотровой зоне;

выполнение сканирования лучами с высоким уровнем мощности дозы, когда водительская кабина покидает досмотровую зону, а грузовое отделение должно оказаться в досмотровой зоне; и

прекращение испускания излучения после того, как движущийся объект полностью покинул досмотровую зону;

причем средняя интенсивность потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с низким уровнем мощности дозы, составляет 1-20% от интенсивности потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с высоким уровнем мощности дозы, и интенсивность потока пучка электронов управляется посредством регулирования времени инжекции и времени группировки пучка электронов.

21. Двухрежимный быстрый способ досмотра движущихся объектов по п.20, отличающийся тем, что лучи с низким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с низким уровнем энергии, высоким уровнем энергии или лучи с двумя уровнями энергии; и лучи с высоким уровнем мощности дозы представляют собой лучи с низким уровнем энергии, высоким уровнем энергии или лучи с двумя уровнями энергии.

22. Двухрежимный быстрый способ досмотра движущихся объектов по п.21, отличающийся тем, что энергия излучения лучей с низким уровнем энергии составляет 1-6 МэВ; и

энергия излучения лучей с высоким уровнем энергии составляет 4-9 МэВ; и

лучи с двумя уровнями энергии содержат: первые лучи с двумя уровнями энергии, вторые лучи с двумя уровнями энергии и третьи лучи с двумя уровнями энергии;

энергия излучения высокого уровня энергии в первых лучах с двумя уровнями энергии составляет 4-9 МэВ;

энергия излучения низкого уровня энергии в первых лучах с двумя уровнями энергии составляет 1-6 МэВ;

энергия излучения высокого уровня энергии во вторых лучах с двумя уровнями энергии составляет 2-5 МэВ;

энергия излучения низкого уровня энергии во вторых лучах с двумя уровнями энергии составляет 1-3 МэВ

энергия излучения высокого уровня энергии в третьих лучах с двумя уровнями энергии составляет 4-9 МэВ;

энергия излучения низкого уровня энергии в третьих лучах с двумя уровнями энергии составляет 3-6 МэВ.

23. Двухрежимный быстрый способ досмотра быстро движущихся объектов по любому из пп.1-19, отличающийся тем, что содержит:

излучение лучей с низким уровнем мощности дозы в отношении движущегося объекта, имеющего все свои кабины/отделения или отделения для пассажиров, когда движущийся объект должен оказаться в досмотровой зоне;

прекращение излучения лучей, после того, как движущийся объект полностью покидает досмотровую зону;

причем интенсивность потока пучка электронов управляется посредством регулирования времени инжекции и времени группировки пучка электронов.

24. Двухрежимный быстрый способ досмотра движущихся объектов по п.23, отличающийся тем, что средняя интенсивность потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с низким уровнем мощности дозы, составляет 1-20% от интенсивности потока электронов, которой характеризуется испускание источником излучения лучей с высоким уровнем мощности дозы.

25. Двухрежимный быстрый способ досмотра движущихся объектов по п.23, отличающийся тем, что лучи низкого уровня мощности дозы являются лучами низкого уровня энергии, лучами высокого уровня энергии или лучами с двумя уровнями энергии.

26. Двухрежимный быстрый способ досмотра движущихся объектов по п.25, отличающийся тем, что

энергия излучения лучей с низким уровнем энергии составляет 1-6 МэВ; и

энергия излучения лучей с высоким уровнем энергии составляет 4-9 МэВ;

лучи с двумя уровнями энергии содержат: первые лучи с двумя уровнями энергии и вторые лучи с двумя уровнями энергии;

энергия излучения высокого уровня энергии в первых лучах с двумя уровнями энергии составляет 4-9 МэВ;

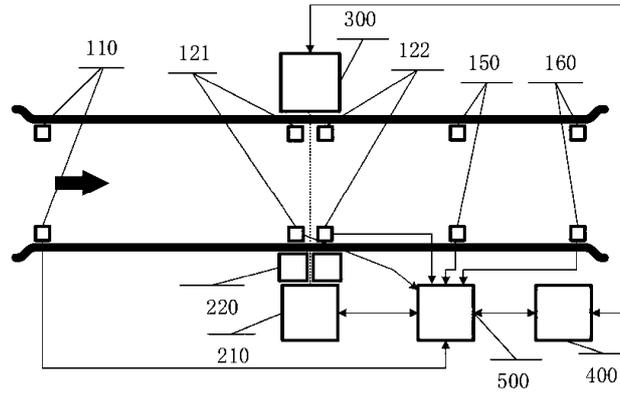
энергия излучения низкого уровня энергии в первых лучах с двумя уровнями энергии составляет 1-6 МэВ;

энергия излучения высокого уровня энергии во вторых лучах с двумя уровнями энергии составляет 2-5 МэВ;

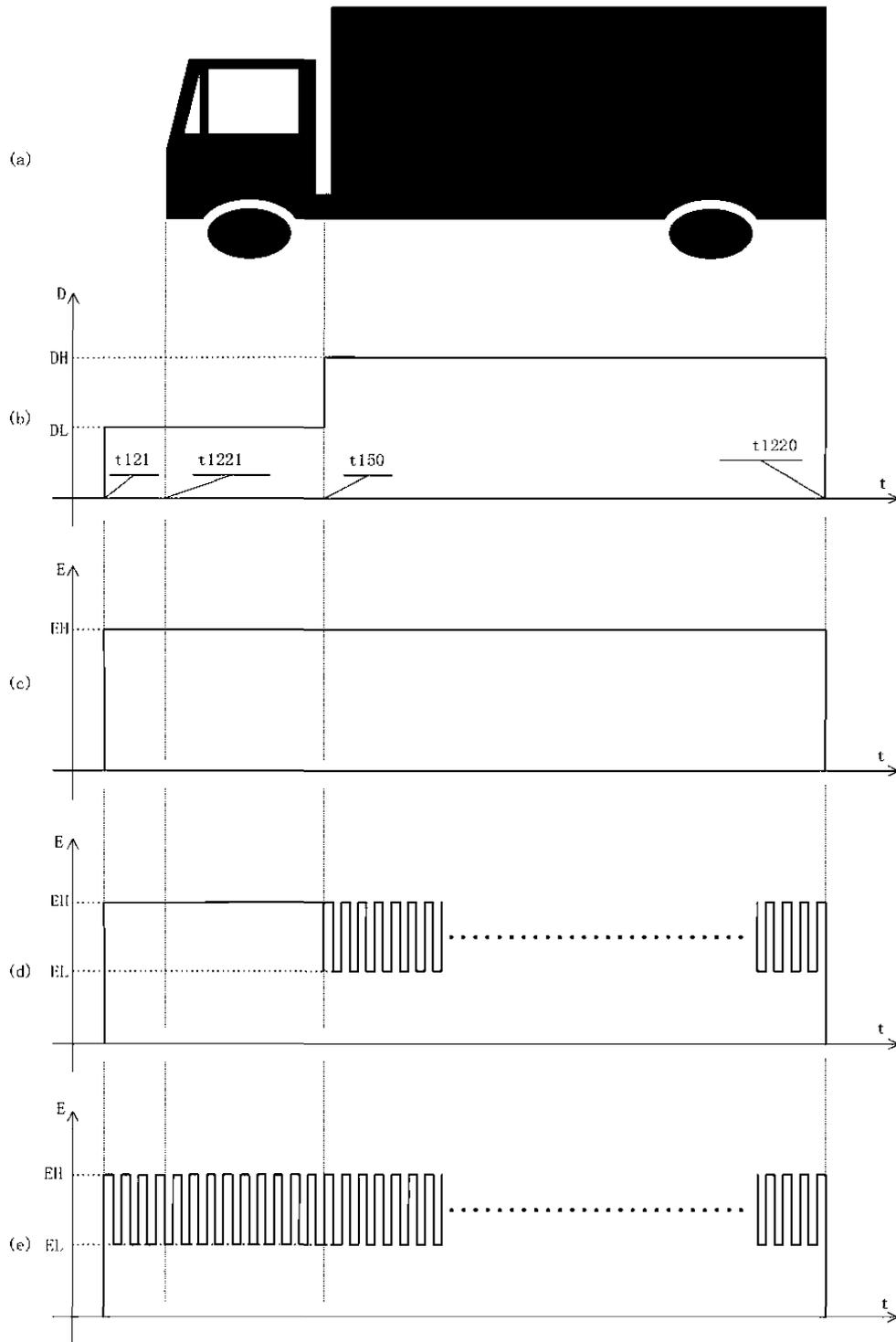
энергия излучения низкого уровня энергии во вторых лучах с двумя уровнями энергии составляет 1-3 МэВ.



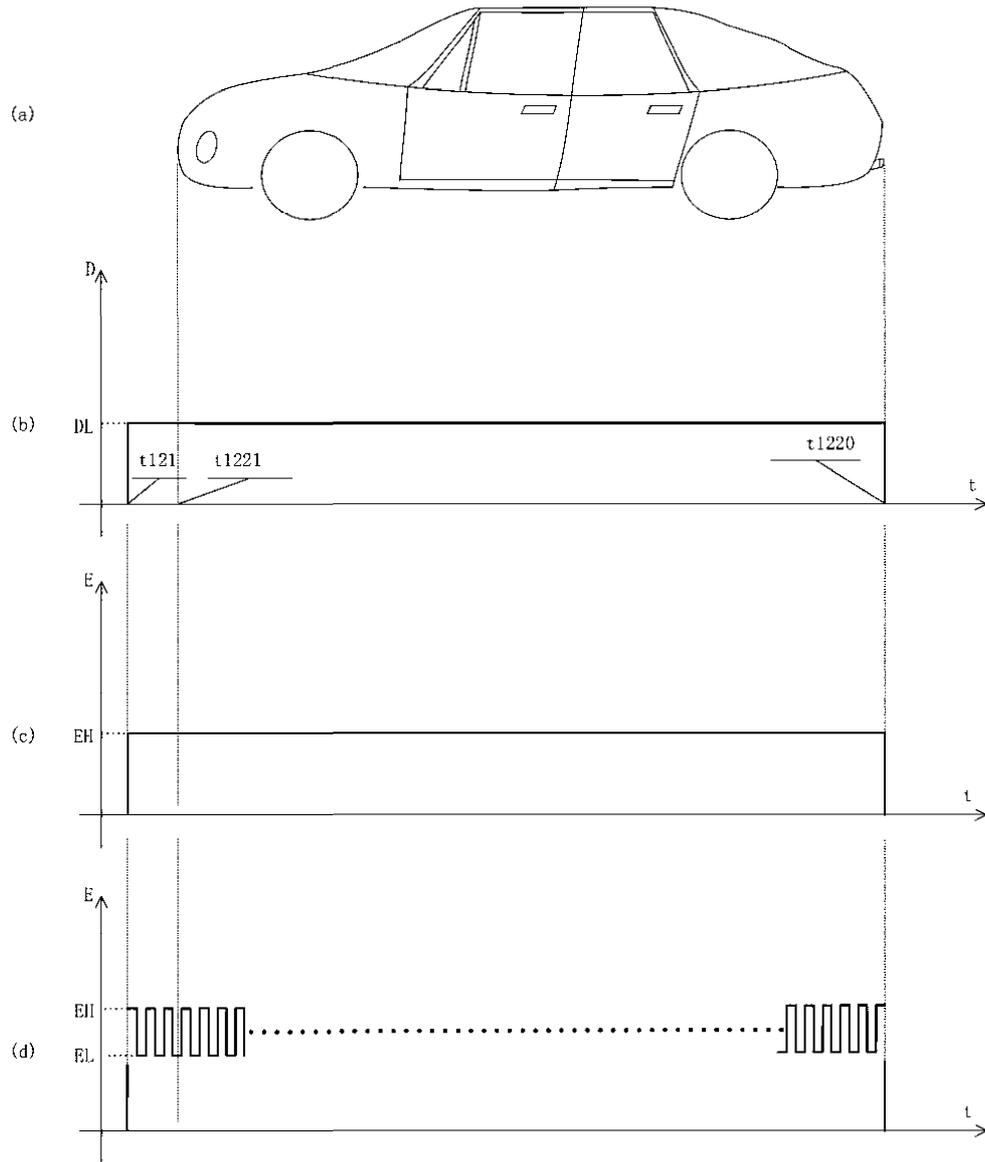
Фиг. 1



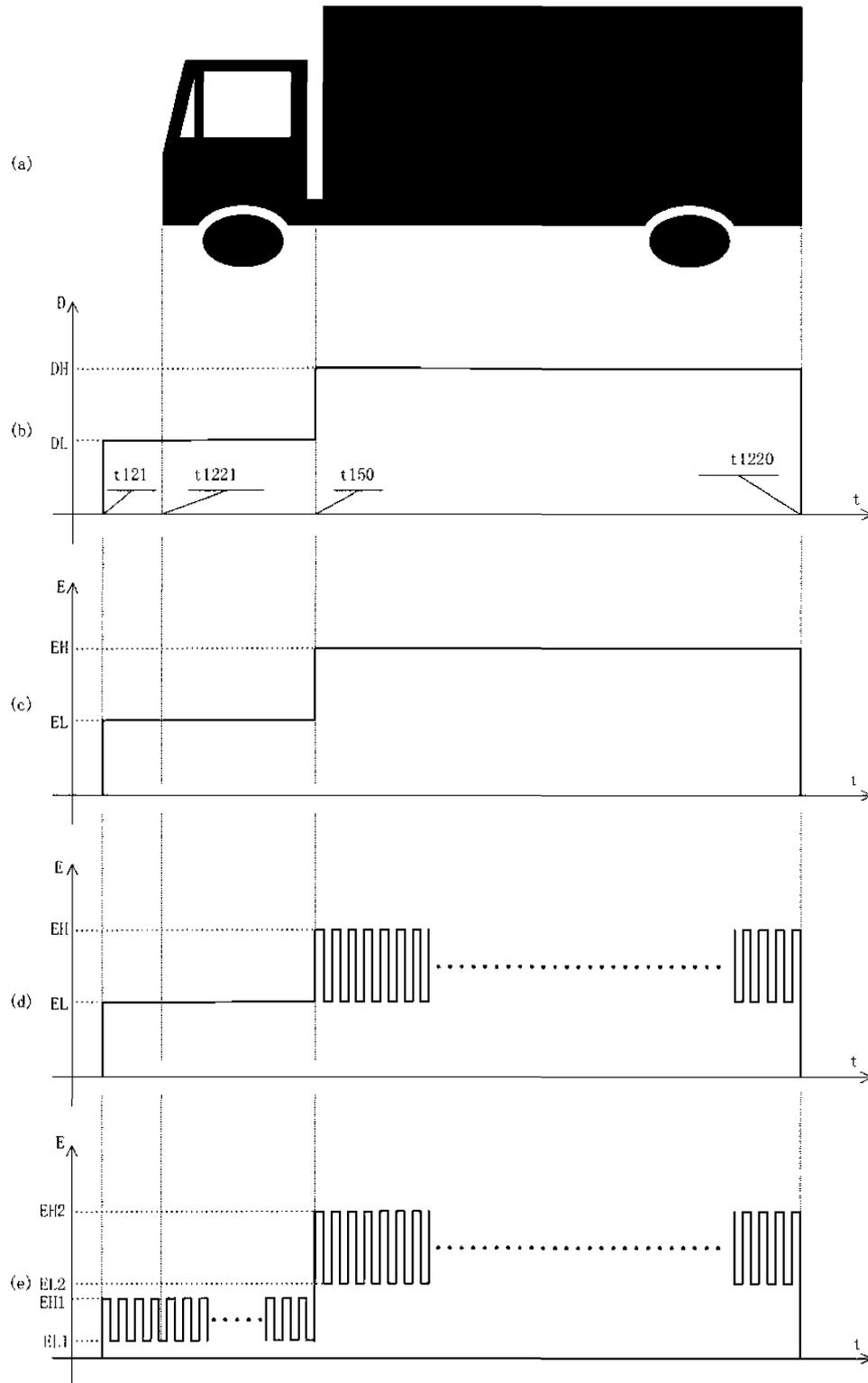
Фиг. 2



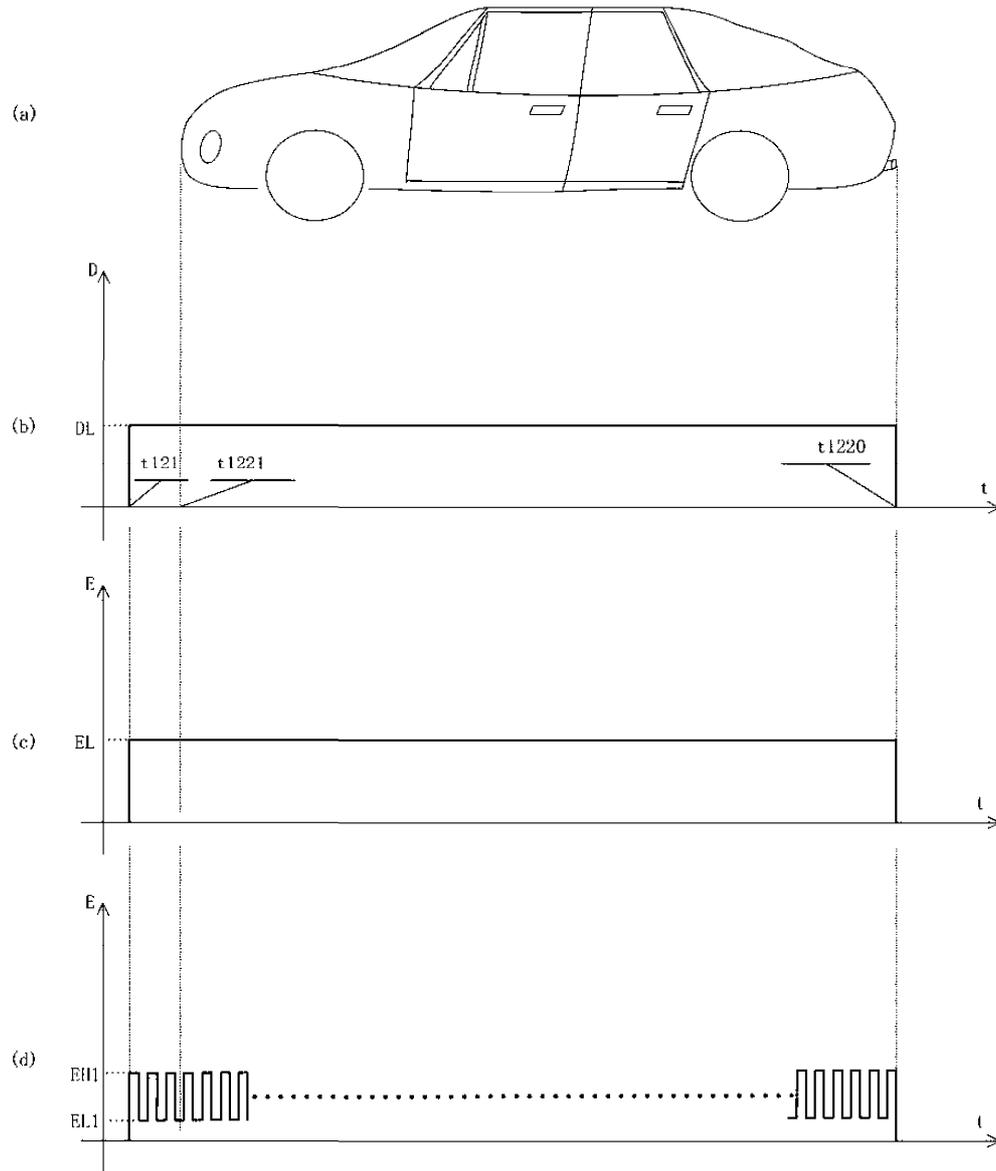
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

