



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU⁽¹¹⁾ 2 173 954⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁷ A 61 B 6/00, B 65 G 69/00

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2001106482/28, 13.03.2001
(24) Дата начала действия патента: 13.03.2001
(46) Опубликовано: 27.09.2001
(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2158537 C1, 10.11.2000. US 5475730 A, 12.12.1995. RU 2135142 C1, 27.08.1999. RU 2095947 C1, 10.11.1997.

Адрес для переписки:
127276, Москва, ул. Березовая аллея, 10/1а,
ЗАО "МГП Абрис"

(71) Заявитель(и):
ЗАО "МГП Абрис"

(72) Автор(ы):
Лужков Ю.М.,
Соломонов Ю.С.,
Суходольский А.П.,
Гетман С.П.,
Первов А.Ю.,
Сороковой В.А.,
Сельцовский А.П.,
Андрюшин В.И.,
Пилипенко П.Б.

(73) Патентообладатель(ли):
ЗАО "МГП Абрис"

(54) ТРАНСПОРТАБЕЛЬНЫЙ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ЦИФРОВОЙ АППАРАТ И СПОСОБ ПОДГОТОВКИ К ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИЧЕСКОГО ЦИФРОВОГО АППАРАТА

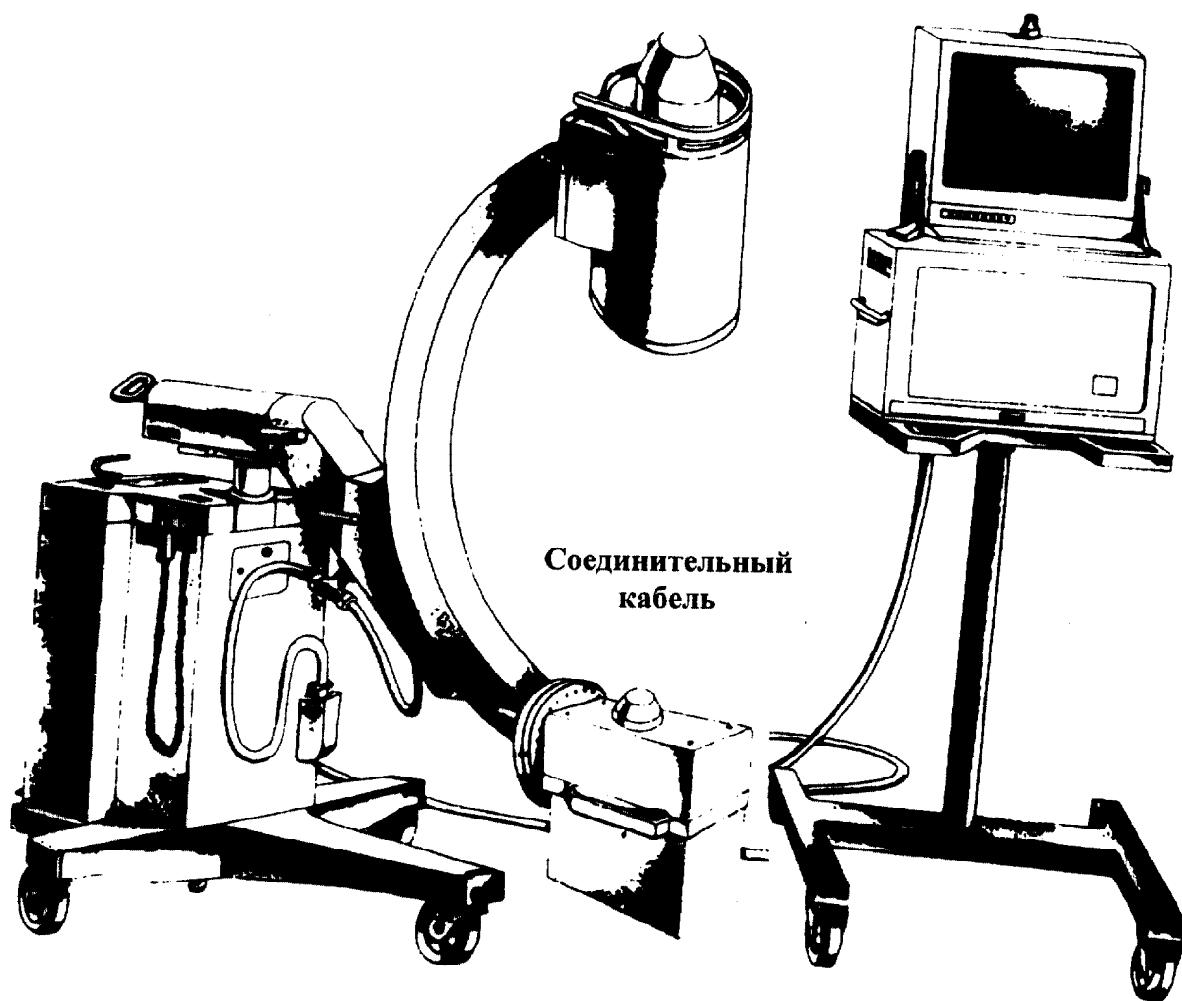
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицинской технике и предназначена для использования, например, при проведении рентгенологических исследований в военно-полевых госпиталях и формированиях экстремальной медицины. Аппарат содержит разборные, механически независимые и электрически соединенные рентгеновский и мониторный штативы, в первом из которых рентгеновский излучатель и усилитель рентгеновского изображения установлены на концах поворотной дугообразной траверсы. Геометрические параметры траверсы связаны с радиусом кривизны и механическими характеристиками материала, определяемыми математическими соотношениями. Способ подготовки к транспортированию аппарата основан на том, что рентгеновский штатив разбирают с выделением рентгеновского излучателя, усилителя рентгеновского изображения, дугообразной траверсы, устройства управления, горизонтальной

траверсы, вертикальной колонны и тележки, а мониторный штатив - с выделением устройства отображения, блока памяти, столешницы, стойки, основания, сетевого кабеля, соединительного кабеля и ножного переключателя и укладывают компоненты в 8 транспортных контейнеров, которые располагают в заданном порядке. Контейнеры выполняют с возможностью транспортирования функциональных блоков аппарата любым видом транспорта, кроме неотапливаемых отсеков воздушного транспорта, без ограничения расстояний и скорости транспортирования. Предусматривают защиту контейнеров от воздействия окружающей среды. Аппарат характеризуется повышенной эффективностью эксплуатации. Способ подготовки к транспортированию исключает возможность повреждений составных узлов аппарата в процессе транспортирования и обеспечивает сокращение времени для сборки аппарата. 2 с. и 6 з.п.ф-лы, 14 ил., 1 табл.

Рентгеновский штатив

Мониторный штатив



Фиг.1

RU 2 1 7 3 9 5 4 C 1

RU 2 1 7 3 9 5 4 C 1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 173 954** (13) **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **A 61 B 6/00, B 65 G 69/00**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2001106482/28, 13.03.2001**

(24) Effective date for property rights: **13.03.2001**

(46) Date of publication: **27.09.2001**

Mail address:
**127276, Moskva, ul. Berezovaja alleja,
10/1a, ZAO "MGP Abris"**

(71) Applicant(s):
ZAO "MGP Abris"

(72) Inventor(s):
**Luzhkov Ju.M.,
Solomonov Ju.S.,
Sukhadol'skij A.P.,
Getman S.P.,
Pervov A.Ju.,
Sorokovoj V.A.,
Sel'tsovskij A.P.,
Andrjushin V.I.,
Pilipenko P.B.**

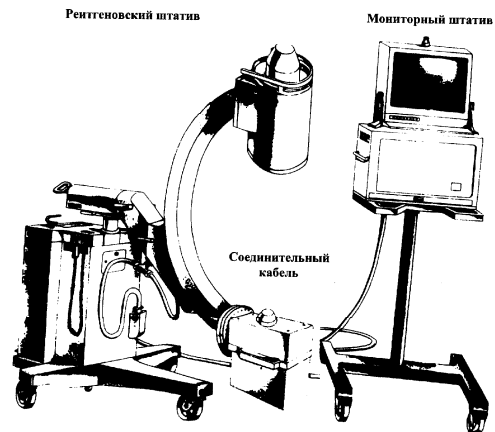
(73) Proprietor(s):
ZAO "MGP Abris"

(54) **PORTABLE X-RAY DIAGNOSIS DIGITAL APPARATUS AND METHOD FOR PREPARING THE X-RAY DIAGNOSIS DIGITAL APPARATUS FOR TRANSPORTATION**

(57) Abstract:

FIELD: medical engineering. SUBSTANCE: device has sectional, mechanically independent and electrically connected X-ray device and monitor stands, in the first of which X-ray radiator and X-ray image amplifier are mounted on rotatable arc-shaped cross-bar ends. Geometrical parameters of the cross-bar are bound to curvature radius and mechanical material properties with mathematical relationships. The method involves dismounting X-ray device stand by separating X-ray radiator, X-ray image amplifier, arc-shaped cross-bar, control unit, horizontal cross-bar, vertical column and truck. The monitor stand is dismounted by separating display unit, memory unit, table plate, upright, base, power cord, connection cord and foot-driven switch member. The pieces are placed into eight transportation containers arranged in given order. The containers are manufactured to enable the functional blocks to be transportable with any means of transportation except for non-heated

sections of air transport means, without limits on distance and speed of transportation being set. Containers are environment-protected. EFFECT: excluded injuries of apparatus units during transportation; accelerated mounting and dismounting. 8 cl, 14 dwg, 1 tbl



Фиг.1

RU 2 1 7 3 9 5 4 C 1

RU 2 1 7 3 9 5 4 C 1

Настоящая группа изобретений относится к медицинской технике и предназначена для использования при проведении рентгенологических исследований в военно-полевых госпиталях и формированиях экстремальной медицины, в травматологической хирургии, хирургии брюшной полости, сердечно-сосудистой хирургии, эндоскопии, а также при

5 осуществлении неотложной рентгенодиагностики и послеоперационных исследованиях.

Известны рентгенодиагностические аппараты, включающие в себя рентгеновский излучатель и усилитель рентгеновского изображения, установленные на концах поворотной дугообразной траверсы с возможностью их размещения с противоположных сторон исследуемого участка тела пациента, а также устройство для отображения информации

10 (SU 216181 A, A 61 B 6/02, 11.04.1968; DE 4413458 A1, A 61 B 6/02, 19.10.1995).

Недостатки известных аппаратов связаны с низкими достоверностью и эффективностью исследований, обусловленными применением аналоговой формы представления результатов и отсутствием в функциональном составе устройства запоминания информации. Кроме того, эти аппараты не удовлетворяют характерным для полевых

15 условий требованиям ускоренного монтажа-демонтажа и упаковки в тару составных узлов для быстрой, в том числе автономной, транспортировки.

Известны технические решения, предусматривающие выполнение рентгенодиагностических аппаратов в виде разнесенных друг от друга рентгеновского и мониторного штативов с размещением в первом из них рентгеновского излучателя и

20 усилителя рентгеновского изображения, а во втором - устройства отображения информации (US 4458688 A, G 06 F 15/42, 10.07.1984). Однако подобное пространственное разнесение аппаратных полуккомплектов используется лишь для стационарно установленных пар излучатель - усилитель.

Известен рентгенодиагностический цифровой аппарат (РДЦА), содержащий рентгеновский излучатель и усилитель рентгеновского изображения, установленные на

25 концах поворотной дугообразной траверсы с возможностью их размещения с противоположных сторон исследуемого участка тела пациента, телескопически связанные с упомянутой траверсой устройства отображения и запоминания информации, подключенные к выходу усилителя рентгеновского излучения, и устройство управления, связанное по сигнальным цепям с упомянутыми функциональными компонентами (US

30 5475730 A, A 61 B 6/00, 12.12.1995).

Недостаток указанного РДЦА определяется несовершенством компоновки составных узлов, затрудняющей его оперативное развертывание и свертывание в военно-полевой обстановке. Кроме того, при реализации РДЦА какие-либо критерии для выбора

35 геометрических параметров дугообразной траверсы и механических характеристик использованного материала не просматриваются. Данное обстоятельство исключает гарантии по обеспечению высокой эксплуатационной надежности траверсы и всего РДЦА в целом.

Наиболее близким к предложенному является транспортабельный РДЦА, содержащий разборные, механически независимые и электрически соединенные рентгеновский и

40 мониторный штативы, в первом из которых рентгеновский излучатель и усилитель рентгеновского изображения установлены на концах поворотной дугообразной траверсы с возможностью их размещения с противоположных сторон исследуемого тела пациента (RU 2158537 C1, A 61 B 6/00, 10.11.2000).

В указанном РДЦА дугообразная траверса выполнена из алюминиевого сплава с поперечным сечением в виде полого замкнутого контура, при этом геометрические

45 параметры и механические характеристики связаны соотношением, в котором в явном виде не учитываются момент сопротивления изгибу и момент инерции поперечного сечения. Данное обстоятельство обуславливает существенные погрешности в оптимизации выбора

50 размеров дугообразной траверсы, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на эффективности эксплуатации РДЦА.

Особое значение для эффективного практического использования РДЦА имеют технические мероприятия по его транспортированию и, в частности, по подготовке к

транспортированию.

Наиболее близким к предложенному является способ подготовки к транспортированию РДЦА, включающего в себя разборные, механически независимые и электрически соединенные рентгеновский и мониторный штативы, а также комплект приспособлений к аппарату с нагревателем, кассетодержателем, дентальным и геттерным тубусами, световым прицелом и стерильным покрытием, согласно которому рентгеновский штатив разбирают с выделением рентгеновского излучателя, усилителя рентгеновского изображения, дугообразной траверсы, устройства управления, горизонтальной траверсы, вертикальной колонны и тележки, а мониторный штатив - с выделением устройства отображения, блока памяти, столешницы, стойки, основания, сетевого кабеля, соединительного кабеля и ножного переключателя, укладывают в первый транспортный контейнер тележку рентгеновского штатива, нагреватель из комплекта приспособлений и паспорт нагревателя, во второй транспортный контейнер - вертикальную колонну рентгеновского штатива, ножной переключатель мониторного штатива, а также кассетодержатель из комплекта приспособлений и паспорт кассетодержателя, в третий транспортный контейнер - устройство управления рентгеновского штатива, в четвертый транспортный контейнер - дугообразную и горизонтальную траверсы рентгеновского штатива, а также дентальный и геттерный тубусы, световой прицел и стерильное покрытие из комплекта приспособлений, в пятый транспортный контейнер - рентгеновский излучатель и усилитель рентгеновского штатива, а также центрирующие рамку и решетку из комплекта приспособлений, в шестой транспортный контейнер - основание, стойку и столешницу мониторного штатива, в седьмой транспортный контейнер - блок памяти мониторного штатива и в восьмой транспортный контейнер - монитор, соединительный и сетевой кабели мониторного штатива (RU 2158537 C1, А 61 В 6/00, 10.11.2000).

Недостаток указанного способа связан с невысокими требованиями к условиям применения транспортных контейнеров, что предопределяет в конечном счете неудовлетворительную сохраняемость составных узлов в процессе транспортировки РДЦА. Отсутствие же порядка в размещении контейнеров на транспортном средстве приводит к неоправданным потерям времени при последующем монтаже РДЦА.

Первой задачей группы изобретений является осуществление более качественного и оптимального выбора геометрических параметров дугообразной траверсы рентгеновского штатива с обеспечением повышенной эффективности эксплуатации РДЦА.

Второй задачей группы изобретения является ужесточение требований к транспортным контейнерам с исключением возможности повреждений составных узлов РДЦА в процессе транспортировки и сокращение времени, необходимого для сборки РДЦА.

Первая поставленная задача решается тем, что в транспортабельном рентгенодиагностическом цифровом аппарате, содержащем разборные, механически независимые и электрически соединенные рентгеновский и мониторный штативы, в первом из которых рентгеновский излучатель и усилитель рентгеновского изображения установлены на концах поворотной дугообразной траверсы с возможностью их размещения с противоположных сторон исследуемого тела пациента, - геометрические параметры дугообразной траверсы связаны с радиусом кривизны и механическими характеристиками материала соотношениями:

$$W \geq \alpha_1 + \beta_1 F \text{ и } J \geq \alpha_2 + F \beta_2,$$

$$\text{где } \alpha_1 = \frac{z_m R}{\rho m} \frac{g}{\Gamma \sigma_1} ;$$

$$\beta_1 = \pi \rho R^2 \frac{g}{\Gamma \sigma_1} ;$$

$$\alpha_2 = 1,5 \pi m \frac{R^3 g}{E \Gamma f_1} ;$$

$$\beta_2 = 1,55 \pi \rho R^4 \frac{g}{E \Gamma f_1} ;$$

W - момент сопротивления изгибу поперечного сечения дугообразной траверсы;

J - момент инерции поперечного сечения дугообразной траверсы;

F - площадь поперечного сечения дугообразной траверсы;

$m_{\text{ри}}$ - масса рентгеновского излучателя;

R - радиус дуги окружности дугообразной траверсы;

g - ускорение свободного падения;

5 [σ] - допустимое напряжение для материала дугообразной траверсы;

E - модуль упругости материала дугообразной траверсы;

[f] - допустимое перемещение дугообразной траверсы.

Решению первой поставленной задачи способствует первая группа частных существенных признаков.

10 В состав рентгеновского штатива дополнительно входят устройство управления, горизонтальная траверса, вертикальная колонна и тележка.

В состав мониторного штатива входят устройство отображения, блок памяти, столешница, стойка, основание, сетевой кабель, соединительный кабель и ножной переключатель.

15 РДЦА дополнительно содержит комплект приспособлений к аппарату с нагревателем, кассетодержателем, дентальным и геттерным тубусами, световым прицелом и стерильным покрытием, с центрирующими рамкой и решеткой, с передней и боковой транспортными стойками, с ручкой и переходником ручки и комплект запасных переключателей и лампочек.

Вторая поставленная задача решается тем, что в способе подготовки к
20 транспортированию рентгенодиагностического цифрового аппарата, включающего в себя разборные, механически независимые и электрически соединенные рентгеновский и мониторный штативы, а также комплект приспособлений к аппарату с нагревателем, кассетодержателем, дентальным и геттерным тубусами, световым прицелом и стерильным
25 покрытием с центрирующими рамкой и решеткой, с передней и боковой транспортными стойками, с ручкой и переходником ручки и комплектом запасных переключателей и лампочек, согласно которому рентгеновский штатив разбирают с выделением рентгеновского излучателя, усилителя рентгеновского изображения, дугообразной траверсы, устройства управления, горизонтальной траверсы, вертикальной колонны и тележки, а мониторный штатив - с выделением устройства отображения, блока памяти,
30 столешницы, стойки, основания, сетевого кабеля, соединительного кабеля и ножного переключателя, укладывают в первый транспортный контейнер тележку рентгеновского штатива, нагреватель из комплекта приспособлений и паспорт нагревателя, во второй транспортный контейнер - вертикальную колонну рентгеновского штатива, ножной переключатель мониторного штатива, а также кассетодержатель из комплекта
35 приспособлений и паспорт кассетодержателя, в третий транспортный контейнер - устройство управления рентгеновского штатива, в четвертый транспортный контейнер - дугообразную и горизонтальную траверсы рентгеновского штатива, а также дентальный и геттерный тубусы, световой прицел и стерильное покрытие из комплекта приспособлений, в пятый транспортный контейнер - рентгеновский излучатель и усилитель рентгеновского
40 штатива, а также центрирующие рамку и решетку из комплекта приспособлений, в шестой транспортный контейнер - основание, стойку и столешницу мониторного штатива, а также переднюю и боковую транспортные стойки, ручку и переходник ручки из комплекта приспособлений, в седьмой транспортный контейнер - блок памяти из мониторного штатива и в восьмой транспортный контейнер - монитор, соединительный и сетевой кабели
45 мониторного штатива - контейнеры выполняют с обеспечением при транспортировании воздействия на функциональные блоки перегрузок не более 5 единиц во всех направлениях, атмосферного давления в диапазоне 70-110 кПа, температуры в диапазоне -50 - +50°C и относительной влажности 96-98% при температуре +25°C, при этом на основании транспортного средства или на основании складского помещения
50 располагают первый, третий и шестой транспортные контейнеры, на первом контейнере располагают четвертый, на третьем - восьмой, на шестом - пятый, а на четвертом - второй и седьмой контейнеры.

Решению второй задачи способствует вторая группа частных существенных признаков.

Транспортные контейнеры выполняют с возможностью транспортирования функциональных блоков аппарата любым видом транспорта, кроме неотапливаемых отсеков воздушного транспорта, без ограничения расстояний и скорости транспортирования.

5 Транспортные контейнеры выполняют с защитой при транспортировании функциональных блоков аппарата от воздействия от пыли и брызг окружающей среды.

Транспортные контейнеры выполняют с гарантийным сроком их сохранности и уложенных в них функциональных блоков аппарата в течение 9-10 лет.

На фиг. 1 представлен общий вид рентгенодиагностического цифрового аппарата.

10 На фиг. 2 изображен рентгеновский штатив в собранном виде.

На фиг. 3 изображен рентгеновский штатив в разобранном виде.

На фиг. 4 изображен мониторный штатив в собранном виде.

На фиг. 5 изображен мониторный штатив в разобранном виде.

На фиг. 6 изображен контейнер 1 с уложенными в него изделиями.

15 На фиг. 7 изображен контейнер 2 с уложенными в него изделиями.

На фиг. 8 изображен контейнер 3 с уложенными в него изделиями.

На фиг. 9 изображен контейнер 4 с уложенными в него изделиями.

На фиг. 10 изображен контейнер 5 с уложенными в него изделиями.

На фиг. 11 изображен контейнер 6 с уложенными в него изделиями.

20 На фиг. 12 изображен контейнер 7 с уложенными в него изделиями.

На фиг. 13 изображен контейнер 8 с уложенными в него изделиями.

На фиг. 14 изображена схема штабелирования контейнеров.

В ЗАО "МГП Абрис" рентгенодиагностический цифровой аппарат разработан под названием РДЦРА (рентгенодиагностический цифровой разборный аппарат).

25 По назначению РДЦРА относится к классу специализированных рентгенодиагностических аппаратов, а по методам и условиям исследования - к передвижным аппаратам для работы в условиях госпитальных палат и операционных залов.

30 Рентгенодиагностический цифровой аппарат (фиг. 1) разработан в составе двух штативов:

рентгеновский штатив (РШ);

мониторный штатив (МШ).

35 Электронная аппаратура рентгеновского штатива по сигнальным цепям электрически посредством соединительного кабеля СК соединена с электронной аппаратурой мониторного штатива.

40 Рентгеновский штатив выполнен в габаритах: $h_{рш} = 1800$ мм - высота; $a_{рш} = 600$ мм - ширина; $b_{рш} = 800$ мм - глубина. Объем, ограниченный габаритными размерами рентгеновского штатива, составляет $v_{рш} = 0,864$ мм³, а масса $m_{рш} = 140$ кг. Здесь и далее указаны номинальные значения величин параметров РДЦРА без указания величин допусков.

Мониторный штатив выполнен в габаритах: $h_{мш} = 1760$ мм - высота; $a_{мш} = 1760$ мм - ширина; $b_{мш} = 960$ мм - глубина. Объем, ограниченный габаритными размерами рентгеновского штатива, составляет $v_{мш} = 2,97$ мм³, а масса $m_{мш} = 350$ кг.

45 Рентгеновский штатив (основная часть аппарата, фиг. 2 и фиг. 3) содержит собственно рентгеновскую аппаратуру и предназначен для проведения в полевых условиях рентгенодиагностических исследований желудочно-кишечного тракта, легких, костных тканей скелета и черепа, стоматологических исследований в положении пациента стоя, в наклонном и горизонтальном положениях, в режиме рентгеноскопии (просвечивания) и рентгенографии (съемки).

50 Рентгеновский штатив (фиг. 2 и фиг. 3) состоит из следующих частей:

усилителя рентгеновского изображения (УРИ) 1;

рентгеновский излучатель (РИ) 2;

дугообразная траверса 3;

горизонтальная траверса 4;
 вертикальная колонна 5;
 блок системы управления 6;
 тележка 7.

5 Рентгеновский штатив содержит следующие электронные устройства:
 рентгеновский излучатель с рентгеновской трубкой (РТ), трансформатором анодного питания РТ, трансформатором накала РТ и блоком диафрагм;

усилитель рентгеновского изображения с рентгеновским электронно-оптическим преобразователем (РЭОП), оптической системой и телекамерой на ПЗС матрице,
 10 устройством поворота телекамеры, источником питания РЭОП;
 система управления в составе устройства общего управления;
 устройство питания рентгеновского излучателя и пульта управления;
 устройство управления вертикальной колонной.

Усилитель рентгеновского изображения 1 и рентгеновский излучатель 2 электрически по
 15 сигнальным цепям соединены с блоком системы управления 6 посредством кабеля и расположены на противоположных концах дугообразной траверсы 3.

Рентгеновский штатив может быть быстро разобран без применения специальных монтажных инструментов на составные части (фиг. 3), которые хранятся и транспортируются в контейнерах, при этом масса штатива не более 350 кг.

20 Дугообразная траверса предназначена для крепления рентгеновского излучателя и усилителя рентгеновского изображения.

С целью обеспечения необходимой прочности конструкции при минимальной массе выбрана коробчатая форма поперечного сечения дугообразной траверсы, представляющей собой тонкостенный пресованный профиль, согнутый по окружности. Радиус окружности
 25 выбран таким образом, чтобы не препятствовать размещению пациента, лежащего на столе, между РИ и УРИ. Длина хорды, соединяющей концы дугообразной траверсы, выбирается из того же условия, расстояние между фокусом РИ и входной плоскостью УРИ около 900 мм. Поперечное сечение дугообразной траверсы имеет практически прямоугольную форму с поперечной по середине и с вырезанной серединой нижней стенки.
 30 Оставшиеся части нижней стенки являются беговыми дорожками для роликов блока подшипников (на фиг. не показаны). Внутри замкнутой полости дугообразной траверсы раскладываются кабели от блока системы управления к РИ и УРИ. Их подвод осуществляется через отверстие, причем снаружи кабель проходит через шарнир, который препятствует запутыванию кабеля при движении и повороте дугообразной траверсы и
 35 который крепится к центральному кронштейну. На поперечной стенке дугообразной траверсы со стороны выреза закреплена шкала, позволяющая контролировать угол поворота дуги.

Для обеспечения гарантии высокой эксплуатационной надежности дугообразной траверсы и всего аппарата в целом на основе нижеприведенных расчетов установлены
 40 критерии для выбора геометрических параметров дугообразной траверсы и механических характеристик, выполнение которых обеспечивает при минимальной массе дугообразной траверсы необходимую прочность и необходимую жесткость.

Для изгибающего момента M в дугообразной траверсе запишем выражение в виде

$$M = M_{\text{ри}} + M_{\text{с}}, \quad (1)$$

45 где $M_{\text{ри}}$ - изгибающий момент в месте защемления дугообразной траверсы роликами тележки, обусловленный силами веса рентгеновского излучателя; $M_{\text{с}}$ - изгибающий момент в месте защемления дугообразной траверсы роликами тележки, обусловленный силами веса дугообразной траверсы.

Выражение для момента от сил веса рентгеновского излучателя запишем в виде
 50
$$M_{\text{ри}} = 2Rm_{\text{ри}}g \sin\Phi, \quad (2)$$

где R - радиус дуги окружности дугообразной траверсы; $m_{\text{ри}}$ - масса рентгеновского излучателя; g - ускорение свободного падения; Φ - угловая координата по периметру дугообразной траверсы (начало отсчета в месте закрепления рентгеновского излучателя).

Выражение для момента от сил веса дугообразной траверсы запишем в виде

$$M_c = \rho F g R^2 \Phi (1 - \cos \Phi) \quad (3)$$

где ρ - плотность материала траверсы; F - площадь поперечного сечения дугообразной траверсы.

5 Изгибающий момент в дугообразной траверсе с учетом выражений (2) и (4) представим в виде

$$M = 2Rm_{\text{ри}} g \sin \Phi + \rho F g R^2 \Phi (1 - \cos \frac{\Phi}{2}) \quad (4)$$

10 Максимальный изгибающий момент в дугообразной траверсе при $\Phi = \pi$ запишем в виде выражения

$$M = 2Rm_{\text{ри}} g + \pi \rho F g R^2 \quad (5)$$

Прочность дугообразной траверсы обеспечена при выполнении следующего условия

$$\frac{M}{W} \leq [\sigma], \quad (6)$$

15 где $[\sigma]$ - допустимое напряжение для материала дугообразной траверсы; W - момент сопротивления изгибу поперечного сечения дугообразной траверсы.

Подставив в (6) выражение для момента M , после преобразований получим выражение для момента сопротивления изгибу поперечного сечения дугообразной траверсы, при котором реализуется ее минимальная масса

$$20 \quad W \geq \alpha_1 + \beta_1 F, \quad (7)$$

$$\text{где } \alpha_1 = 2m_{\text{ри}} R \frac{g}{[\sigma]},$$

$$\beta_1 = \pi \rho R^2 \frac{g}{[\sigma]}.$$

25 Перемещение дугообразной траверсы в месте закрепления рентгеновского излучателя можно записать в виде выражения

$$f = f_{\text{ри}} + f_c, \quad (8)$$

30 где $f_{\text{ри}}$ - перемещение дугообразной траверсы в месте закрепления рентгеновского излучателя, обусловленное силами веса рентгеновского излучателя; f_c - перемещение с дугообразной траверсы в месте закрепления рентгеновского излучателя, обусловленное силами веса дугообразной траверсы.

Выражение для перемещения дугообразной траверсы в месте закрепления рентгеновского излучателя, обусловленного силами веса рентгеновского излучателя, запишем в виде интеграла от произведения выражений изгибающего момента от единичной силы по направлению перемещения и момента от силы веса рентгеновского излучателя

$$35 \quad f_{\text{ри}} = \frac{m_{\text{ри}} g R^3}{EJ} \int_0^{\pi} (1 - \cos \Phi)^2 d\Phi \quad (9)$$

40 где E - модуль упругости материала дугообразной траверсы; J - момент инерции поперечного сечения дугообразной траверсы.

Выражение для максимального перемещения дугообразной траверсы в месте закрепления рентгеновского излучателя, обусловленного силами веса рентгеновского излучателя, получим, проинтегрировав выражение (9)

$$45 \quad f_{\text{ри}}^{\text{max}} = \frac{1,5 \pi m_{\text{ри}} g R^3}{EJ} \quad (10)$$

Выражение для перемещения дугообразной траверсы в месте закрепления рентгеновского излучателя от сил веса дугообразной траверсы получим аналогично (9)

$$50 \quad f_c = \frac{\rho g F R^4}{EJ} \int_0^{\pi} \Phi^2 (\cos \Phi / 2 - \cos \Phi)^2 d\Phi \quad (11)$$

Выражение для максимального перемещения дугообразной траверсы в месте закрепления рентгеновского излучателя от сил веса дугообразной траверсы получим,

проинтегрировав выражение (11)

$$f_c^{\max} = \frac{1,55 \pi \rho g F R^4}{E J} \quad (12)$$

Жесткость дугообразной траверсы обеспечена при выполнении следующего условия

$$f \cong [f], \quad (13)$$

где $[f]$ - допустимое перемещение дугообразной траверсы.

Подставив в (13) выражения (11) и (12) для перемещений, после преобразований получим выражение для момента инерции поперечного сечения дугообразной траверсы, при котором реализуется ее необходимая жесткость при минимальной массе

$$J \geq \alpha_2 + F \beta_2, \quad (14)$$

$$\text{где } \alpha_2 = 1,55 \pi m_{\text{пр}} R^3 \frac{g}{E [f]},$$

$$\beta_2 = 1,55 \pi \rho R^4 \frac{g}{E [f]}.$$

Мониторный штатив (фиг. 4 и фиг. 5) содержит аппаратуру блока памяти и монитор и выполнен в виде быстроразъемных узлов и состоит из следующих частей:

монитор 8 с узлом крепления;

электронный блок памяти 9;

подставка, состоящая из столешницы 10 (панели), стойки 11 и основания 12;

сетевой кабель 13;

соединительный кабель 14;

ножной переключатель 15;

документация 16 (паспорт, руководство по эксплуатации);

комплект приспособлений 17 к аппарату, расширяющих его функциональные

возможности (три электрических нагревателя 17.1 для создания необходимой температуры

воздуха при работе в полевых условиях; кассетодержатель для получения негативов при

рентгеновской съемке - 17.2, он выполнен в виде плоской раздвижной рамки для

установки стандартных кассет форматом 130x240 и 240x300 мм; тубус дентальный - 17.3;

тубус геттерный - 17.4; прицел световой - 17.5; покрытие стерильное - 17.6; рамка

центрирующая - 17.7; решетка центрирующая - 17.8; передняя транспортная стойка - 17.9;

боковая транспортная стойка - 17.10; ручка - 17.11; переходник ручки - 17.12;

средства индивидуальной защиты медицинского персонала - специальные фартуки,

нагрудники, очки; съемные колеса, которые в комплекте двух боковых транспортных стоек

и передней транспортной стойки обеспечивают перемещение рентгеновского штатива по

грунтовому покрытию, при этом перемещение штатива осуществляется с помощью

переходника с ручкой; защитные чехлы для защиты от пыли и грязи элементов аппарата;

эксплуатационная документация; комплект ЗИП - запасные переключатели и лампочки 18.

Мониторный штатив содержит следующие электронные устройства:

система цифровой обработки изображений с устройством запоминания и обработки

видеосигнала;

интерфейс связи с УРИ и системой управления;

устройство вывода видеоизображений на бумагу;

аналоговый монитор;

системное программное обеспечение.

Система электропитания аппарата размещается в рентгеновском штативе.

Электропитание мониторного штатива (однофазовое переменное напряжение 220 В, 50 Гц)

осуществляется через рентгеновский штатив при совместной работе штативов или от

отдельного ввода при их раздельной работе.

Такое решение позволяет, в необходимых случаях, использовать штативы автономно:

рентгеновский штатив при работе в режиме съемки;

мониторный штатив в режиме просмотра архивной информации системы цифровой обработки изображений и работы в локальных сетях ЭВМ или Интернет.

В результате аппарат обеспечивает выполнение следующих требований:

генерирование рентгеновского излучения в заданном диапазоне анодных напряжений и токов рентгеновской трубки, преобразование рентгеновского изображения в УРИ, в телевизионном тракте и в блоке цифровой обработки видеосигнала обеспечивает получение требуемого качества диагностического изображения;

5 архивирование диагностического изображения обеспечивает надежное технологическое, информативно полноценное и относительно дешевое сохранение результатов рентгеновского исследования;

конструкция и режимы функционирования аппарата обеспечивают радиационную, электрическую и механическую безопасность пациента и медицинского персонала;

10 конструктивные элементы, электронные системы и транспортировочная тара обеспечивают работоспособность аппарата во всех режимах его эксплуатации, включая транспортировку и хранение в условиях службы полевых госпиталей РФ, а также обеспечивают удобство регламентного обслуживания.

Так как аппарат предназначен для проведения рентгенодиагностических исследований в 15 условиях военных полевых госпиталей, то одним из важных моментов эксплуатации аппарата является возможность его оперативной доставки, разгрузки с транспортных средств, быстрого монтажа и ввода в эксплуатацию. В дальнейшем, при необходимости, аппарат должен быть быстро демонтирован, уложен в контейнеры и помещен на транспортные средства или для хранения в разобранном виде. Этим целям и подчинено 20 использование транспортировочных контейнеров (ТК). При том обеспечено выполнение следующих требований:

аппарат допускает многократную поузловую сборку и демонтаж без использования специального инструмента;

25 время разворачивания и подготовки аппарата к работе, а также демонтаж и укладка в транспортировочные контейнеры не превышает 30 мин;

аппарат в транспортировочных контейнерах сохраняет функциональные свойства и технические параметры после воздействия климатических факторов и транспортировочных 30 нагрузок;

аппарат, уложенный в транспортировочные контейнеры, может транспортироваться 30 любым видом транспорта, кроме неотапливаемых и негерметичных отсеков воздушного транспорта, без ограничений расстояний и скорости;

транспортировочные контейнеры выполнены в пыле- и брызгозащитном исполнении и имеют приспособления для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, для закрепления при транспортировании и предохранения составных частей аппарата от повреждений.

35 На основе анализа размеров и массы составных частей аппарата (на фиг. 3 и 5 показана схема деления аппарата на составные части) определено оптимальное количество контейнеров - восемь. При таком количестве транспортировочных контейнеров требуется минимальное количество типоразмеров контейнеров и обеспечивается рациональное размещение в них составных частей аппарата. В процессе деления аппарата 40 на части учтена возможность сборки (разборки) аппарата командой из двух человек за время не более 30 мин. Размеры контейнеров также обусловлены возможностью штабелирования их в складских помещениях и при транспортировании, при этом схема штабелирования (фиг. 14) позволяет рационально использовать складские и транспортные 45 объемы.

Габаритно-массовые характеристики контейнеров и состав находящихся в них частей аппарата приведены в таблице, а схемы размещения в них частей аппарата показаны на 50 фиг. 6... 13.

Контейнеры выполняют с обеспечением при транспортировании воздействия на функциональные блоки перегрузок не более 5 единиц во всех направлениях, атмосферного 50 давления в диапазоне 70-110 кПа, температуры в диапазоне -50 - +50°C и относительной влажности 96-98% при температуре +25°C, при этом на основании транспортного средства или на основании складского помещения располагают первый (ТК 1), третий (ТК 3) и шестой (ТК 6) транспортные контейнеры, на первом контейнере располагают четвертый (ТК

4), на третьем - восьмой (ТК 8), на шестом - пятый (ТК 5), а на четвертом - второй (ТК 2) и седьмой (ТК 7) контейнеры (фиг. 14). Такая схема расположения контейнеров позволяет рационально использовать складские и транспортные объемы.

Транспортные контейнеры выполняют с возможностью транспортирования функциональных блоков аппарата любым видом транспорта, кроме неотапливаемых отсеков воздушного транспорта, без ограничения расстояний и скорости транспортирования.

Транспортные контейнеры выполняют с защитой при транспортировании функциональных блоков аппарата от воздействия от пыли и брызг окружающей среды.

Транспортные контейнеры выполняют с гарантийным сроком их сохранности и уложенных в них функциональных блоков аппарата в течение 9-10 лет.

Эти эксплуатационные качества контейнеров обеспечиваются их конструкцией. Контейнеры состоят из ящиков, вкладышей и других дополнительных элементов крепления и приспособлений. Наиболее рациональным материалом для изготовления ящиков являются алюминиевые сплавы, так, при этом их масса становится минимальной и их можно изготавливать штамповкой, что упрощает технологию изготовления.

Каждый ящик состоит из основания и съемной крышки на замках, чем обеспечивается плотное прилегание крышки ящика к основанию. Плотное прилегание и наличие дополнительных резиновых уплотнителей между крышкой и основанием ящика обеспечивает пыле- и брызгозащищенность контейнеров. На фиг 10, 11 и 13 показаны крышки контейнеров с уложенными в них частями аппарата.

На боковых стенках контейнеров имеются ручки, служащие для подъема контейнеров. Для удобства установки и крепления укладываемых составных частей аппарата в ящиках установлены вкладыши, которые крепятся к дну ящика с помощью резьбовых элементов. Вкладыши изготавливаются из фанерной плиты, на которой установлены опоры, ложементы, прижимы и другие элементы, обеспечивающие фиксации частей аппарата по всем трем осям. Для сохранности поверхностей частей аппарата на опоры, ложементы, прижимы установлены прокладки из войлока, резины и других материалов, при этом в контейнерах ТК 3, ТК 6, ТК 7 и ТК 8 вкладыши установлены на демпфирующие устройства.

Таким образом схема укладки частей аппарата в контейнеры и конструктивное выполнение контейнеров обеспечивает сохранность аппарата и выполнение допустимых режимов нагружения частей аппарата при транспортировании любым видом транспорта, кроме неотапливаемых и негерметичных отсеков воздушного транспорта, без ограничения скорости и расстояния.

35

Формула изобретения

1. Транспортабельный рентгенодиагностический цифровой аппарат, содержащий разборные, механически независимые и электрически соединенные рентгеновский и мониторный штативы, в первом из которых рентгеновский излучатель и усилитель рентгеновского изображения установлены на концах поворотной дугообразной траверсы с возможностью их размещения с противоположных сторон исследуемого тела пациента, отличающийся тем, что геометрические параметры дугообразной траверсы связаны с радиусом кривизны и механическими характеристиками материала соотношениями

$$W \geq \alpha_1 + \beta_1 F \text{ и } J \geq \alpha_2 + F \beta_2,$$

45 где $\alpha_1 = \frac{2m}{\rho m} R \frac{g}{\Gamma \sigma_1}$;

$$\beta_1 = \pi \zeta R^2 \frac{g}{\Gamma \sigma_1} ;$$

$$\alpha_2 = 1,5 \frac{\pi m}{\rho m} R^3 \frac{g}{E \Gamma f_1} ;$$

50 $\beta_2 = 1,55 \pi \zeta R^4 \frac{g}{E \Gamma f_1} ;$

W - момент сопротивления изгибу поперечного сечения дугообразной траверсы;

J - момент инерции поперечного сечения дугообразной траверсы;

F - площадь поперечного сечения дугообразной траверсы;

$m_{\text{ри}}$ - масса рентгеновского излучателя;

R - радиус дуги окружности дугообразной траверсы;

g - ускорение свободного падения;

5 [σ] - допустимое напряжение для материала дугообразной траверсы;

E - модуль упругости материала дугообразной траверсы;

[f] - допустимое перемещение дугообразной траверсы.

2. Транспортабельный рентгенодиагностический цифровой аппарат по п.1, отличающийся тем, что в состав рентгеновского штатива дополнительно входят устройство управления, горизонтальная траверса, вертикальная колонна и тележка.

3. Транспортабельный рентгенодиагностический цифровой аппарат по п.1, отличающийся тем, что в состав мониторного штатива входят устройство отображения, блок памяти, столешница, стойка, основание, сетевой кабель, соединительный кабель и ножной переключатель.

15 4. Транспортабельный рентгенодиагностический цифровой аппарат по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно содержит комплект приспособлений к аппарату с нагревателем, кассетодержателем, дентальным и геттерным тубусами, световым прицелом и стерильным покрытием, с центрирующими рамкой и решеткой, с передней и боковой транспортными стойками, с ручкой и переходником ручки и комплект запасных переключателей и лампочек.

20 5. Способ подготовки к транспортированию рентгенодиагностического цифрового аппарата, включающего в себя разборные, механически независимые и электрически соединенные рентгеновский и мониторный штативы, а также комплект приспособлений к аппарату с нагревателем, кассетодержателем, дентальным и геттерным тубусами, световым прицелом и стерильным покрытием, с центрирующими рамкой и решеткой, с передней и боковой транспортными стойками, с ручкой и переходником ручки и комплектом запасных переключателей и лампочек, согласно которому рентгеновский штатив разбирают с выделением рентгеновского излучателя, усилителя рентгеновского изображения, дугообразной траверсы, устройства управления, горизонтальной траверсы, вертикальной колонны и тележки, а мониторный штатив - с выделением устройства отображения, блока памяти, столешницы, стойки, основания, сетевого кабеля, соединительного кабеля и ножного переключателя, укладывают в первый транспортный контейнер тележку рентгеновского штатива, нагреватель из комплекта приспособлений и паспорт нагревателя, во второй транспортный контейнер - вертикальную колонну рентгеновского штатива, ножной переключатель мониторного штатива, а также кассетодержатель из комплекта приспособлений и паспорт кассетодержателя, в третий транспортный контейнер - устройство управления рентгеновского штатива, в четвертый транспортный контейнер - дугообразную и горизонтальную траверсы рентгеновского штатива, а также дентальный и геттерный тубусы, световой прицел и стерильное покрытие из комплекта приспособлений, в пятый транспортный контейнер - рентгеновский излучатель и усилитель рентгеновского штатива, а также центрирующие рамку и решетку из комплекта приспособлений, в шестой транспортный контейнер - основание, стойку и столешницу мониторного штатива, а также переднюю и боковую транспортные стойки, ручку и переходник ручки из комплекта приспособлений, в седьмой транспортный контейнер - блок памяти из мониторного штатива и в восьмой транспортный контейнер - монитор, соединительный и сетевой кабели мониторного штатива, отличающийся тем, что контейнеры выполняют с обеспечением при транспортировании воздействия на функциональные блоки перегрузок не более 5 единиц во всех направлениях, атмосферного давления в диапазоне 70 - 110 кПа, температуры в диапазоне -50 - +50°C и относительной влажности 96 - 98% при температуре +25°C, при этом на основании транспортного средства или на основании складского помещения располагают первый, третий и шестой транспортные контейнеры, на первом контейнере располагают четвертый, на третьем - восьмой, на шестом - пятый, а на четвертом - второй и седьмой контейнеры.

6. Способ подготовки к транспортированию по п.5, отличающийся тем, что транспортные контейнеры выполняют с возможностью транспортирования функциональных блоков аппарата любым видом транспорта, кроме неотапливаемых отсеков воздушного транспорта, без ограничения расстояний и скорости транспортирования.

5 7. Способ подготовки к транспортированию по п.5 или 6, отличающийся тем, что транспортные контейнеры выполняют с защитой при транспортировании функциональных блоков аппарата от воздействия от пыли и брызг окружающей среды.

8. Способ подготовки к транспортированию по любому из пп.5-7, отличающийся тем, что транспортные контейнеры выполняют с гарантийным сроком их сохранности и уложенных в них функциональных блоков аппарата в течение 9 - 10 лет.

15

20

25

30

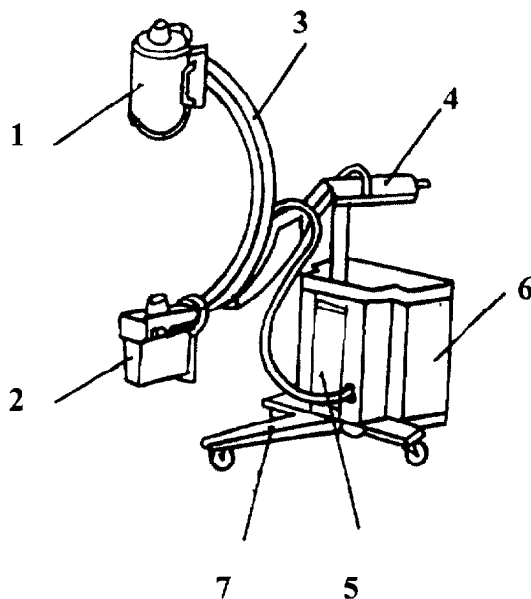
35

40

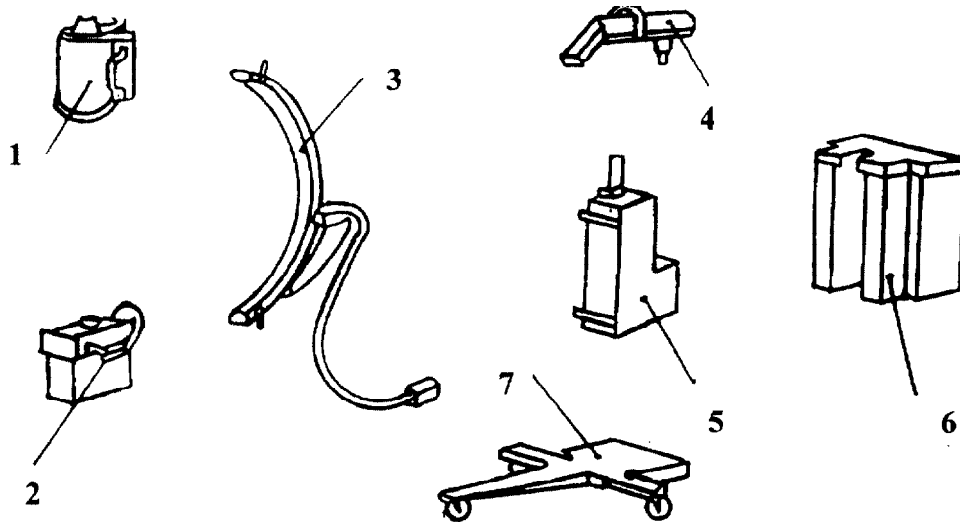
45

50

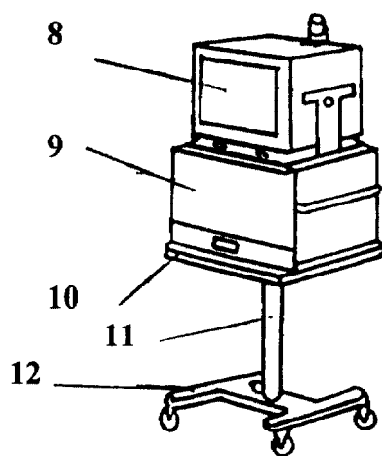
Номер п/п	Длина x ширина x высота, мм	M ₁ , Масса контейнера, кг	M ₂ , Масса контейнера с изделием, кг	M ₁ /M ₂	Укладываемые изделия аппарата, номер позиции на фиг. 3 и 5
1	1215x833x274	40	80	0,5	Тележка, 7 Документация, 16 Нагреватель, 17.1 (фиг.6)
2	830x615x520	35	97	0,36	Вертикальная колонна, 5 Ножной переключатель, 15 (фиг.7) Кассетодержатель, 17.2
3	830x615x765	35	30	27	Блок системы управления, 6 (фиг.8)
4	1215x833x512	55	120	0,46	Горизонтальная траверса, 4 Дугообразная траверса, 3 (фиг.9) Тубусы дентальный, 17.3 и геттерный 17.4 Световой прицел, 17.5 Покрытие стерильное, 17.6
5	830x615x520	40	98	0,41	Усилитель рентгеновского изображения, 1 Излучатель рентгеновский, 2 Рамка центрирующая, 17.7 (фиг.10) Решетка центрирующая, 17.8
6	830x615x675	50	125	0,4	Основание монитора, 12 Стойка, 11 Столешница, 10 (фиг.11) Передняя транспортная стойка, 17.9 Боковая транспортная стойка, 17.10 Ручка, 17.11 Переходник ручки, 17.12
7	830x615x520	33	86	0,38	Блок памяти, 9 Комплект ЗИП, 18 (фиг.12)
8	830x615x765	50	90	0,55	Монитор, 8 Кабель соединительный, 14 (фиг.13) Кабель сетевой, 13



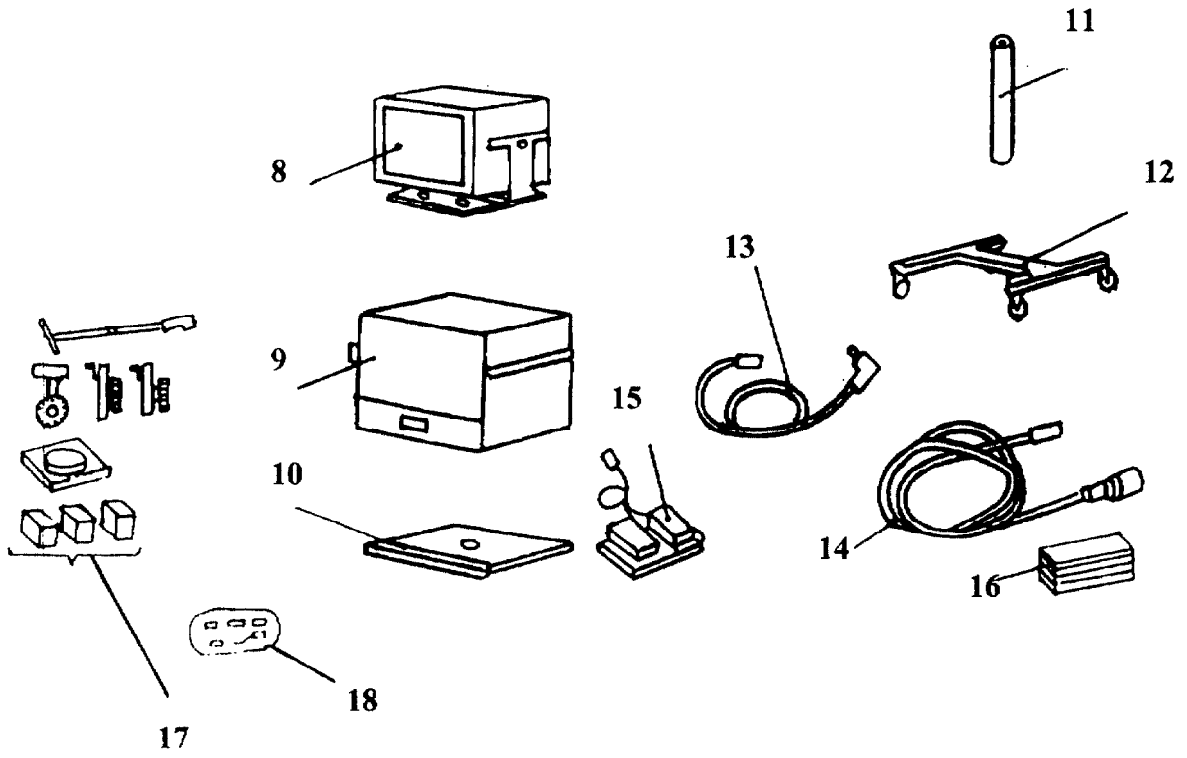
Фиг.2



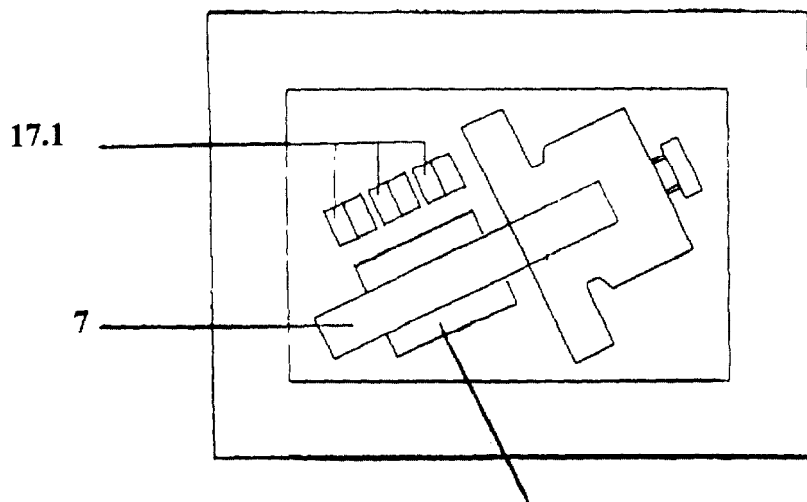
Фиг.3



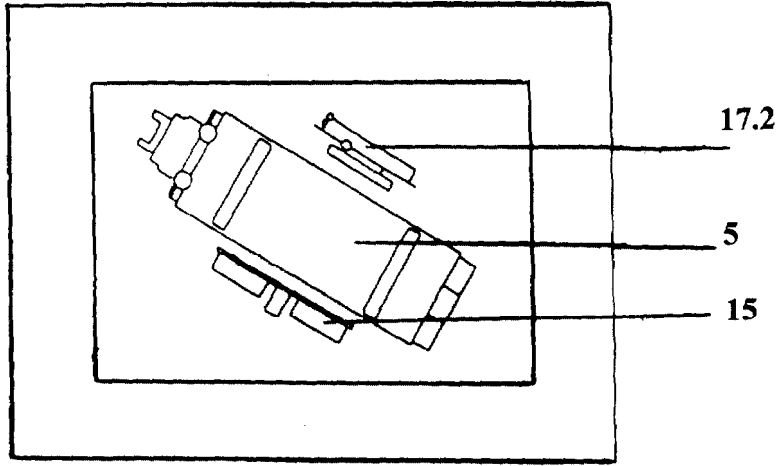
Фиг.4



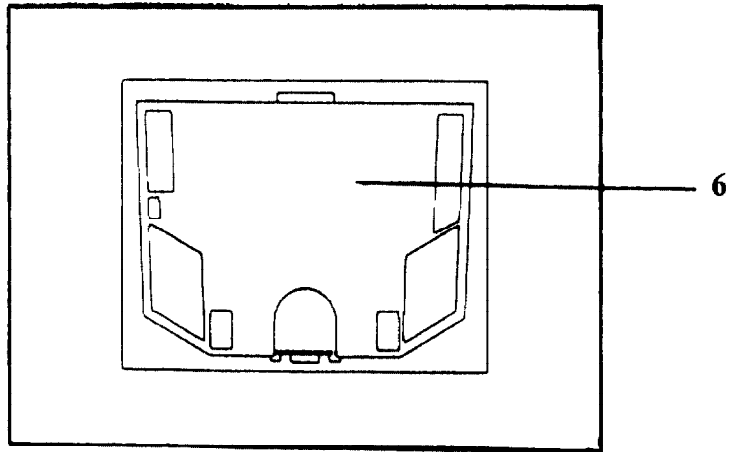
Фиг.5



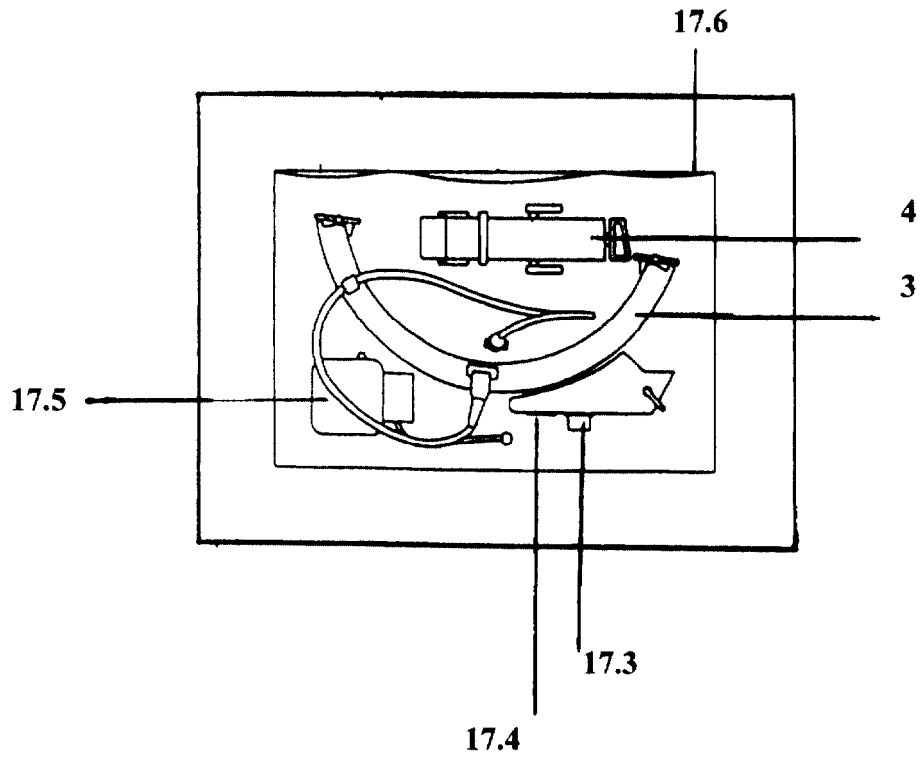
Фиг.6



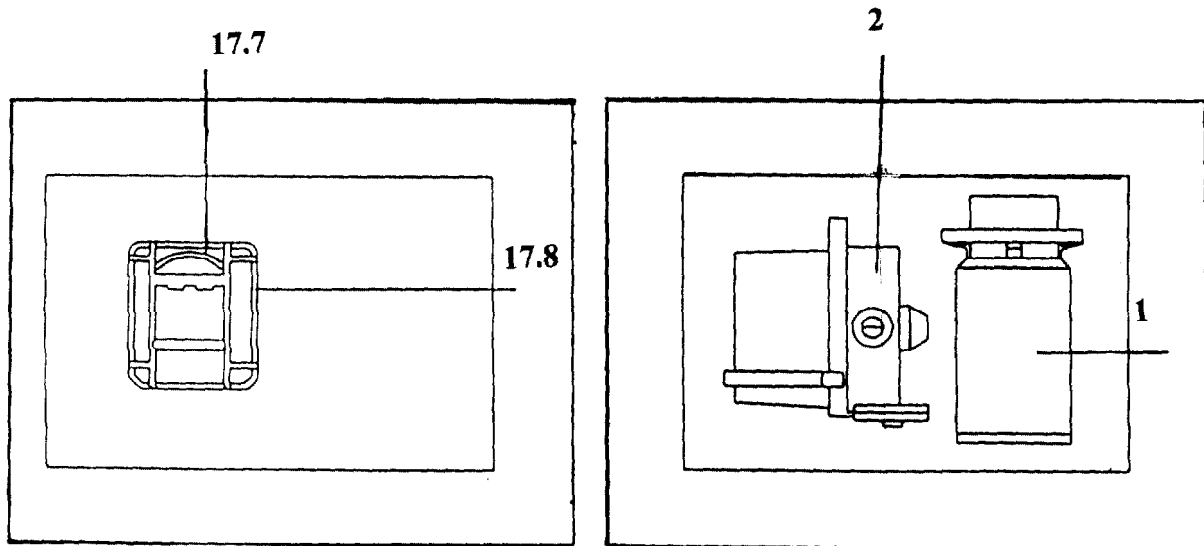
Фиг.7



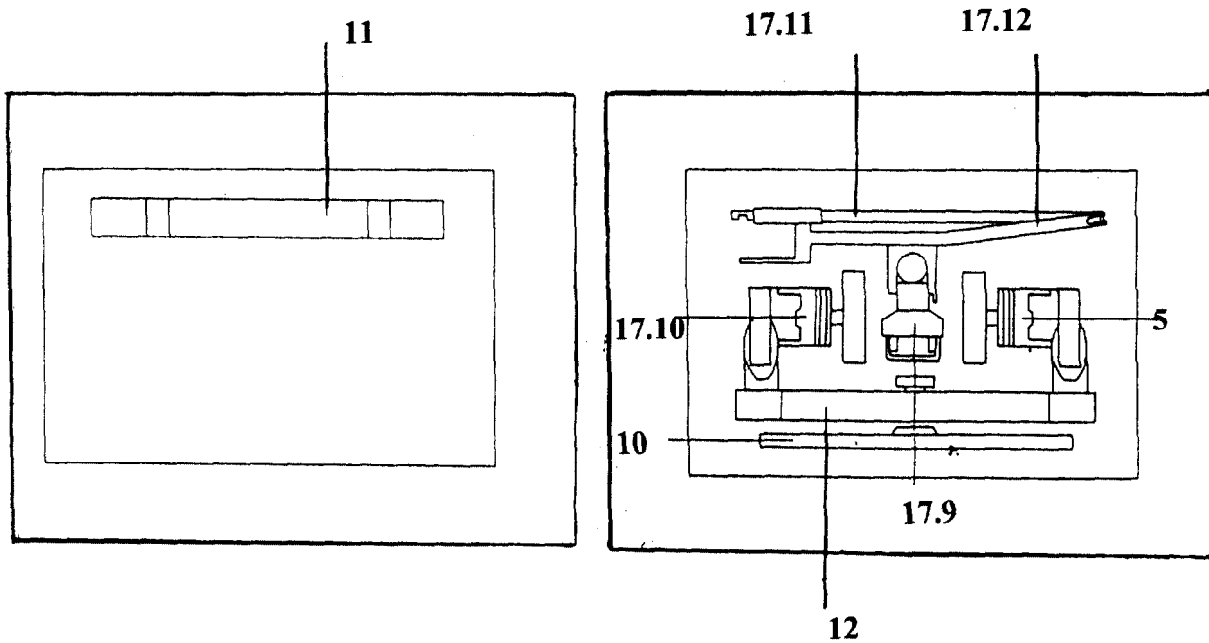
Фиг.8



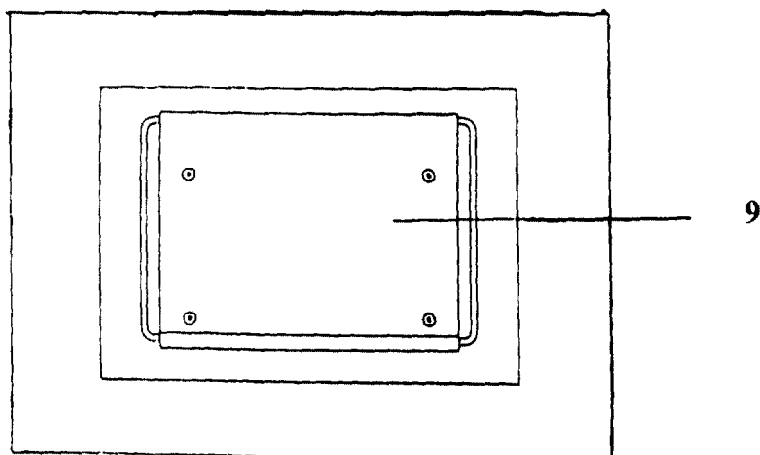
Фиг.9



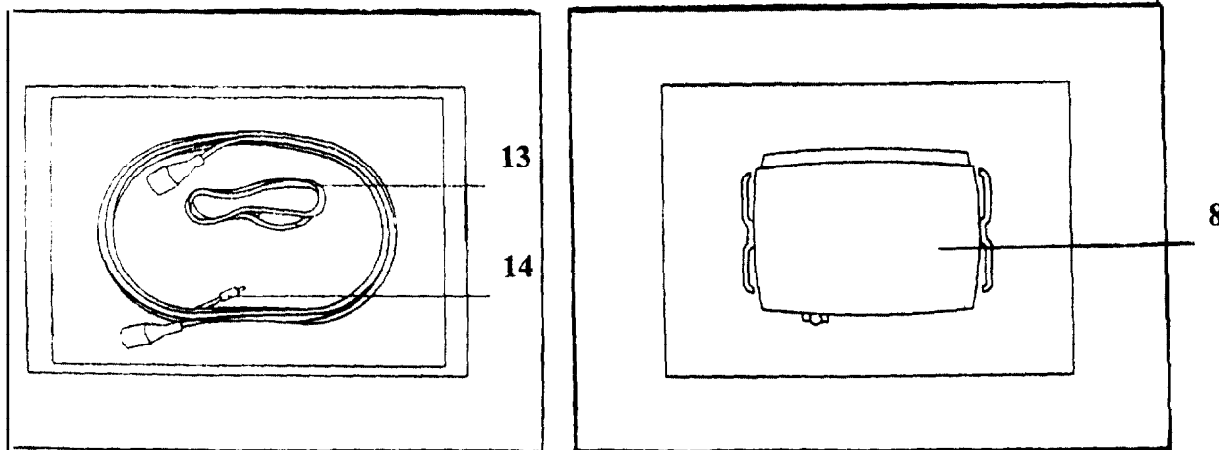
Фиг.10



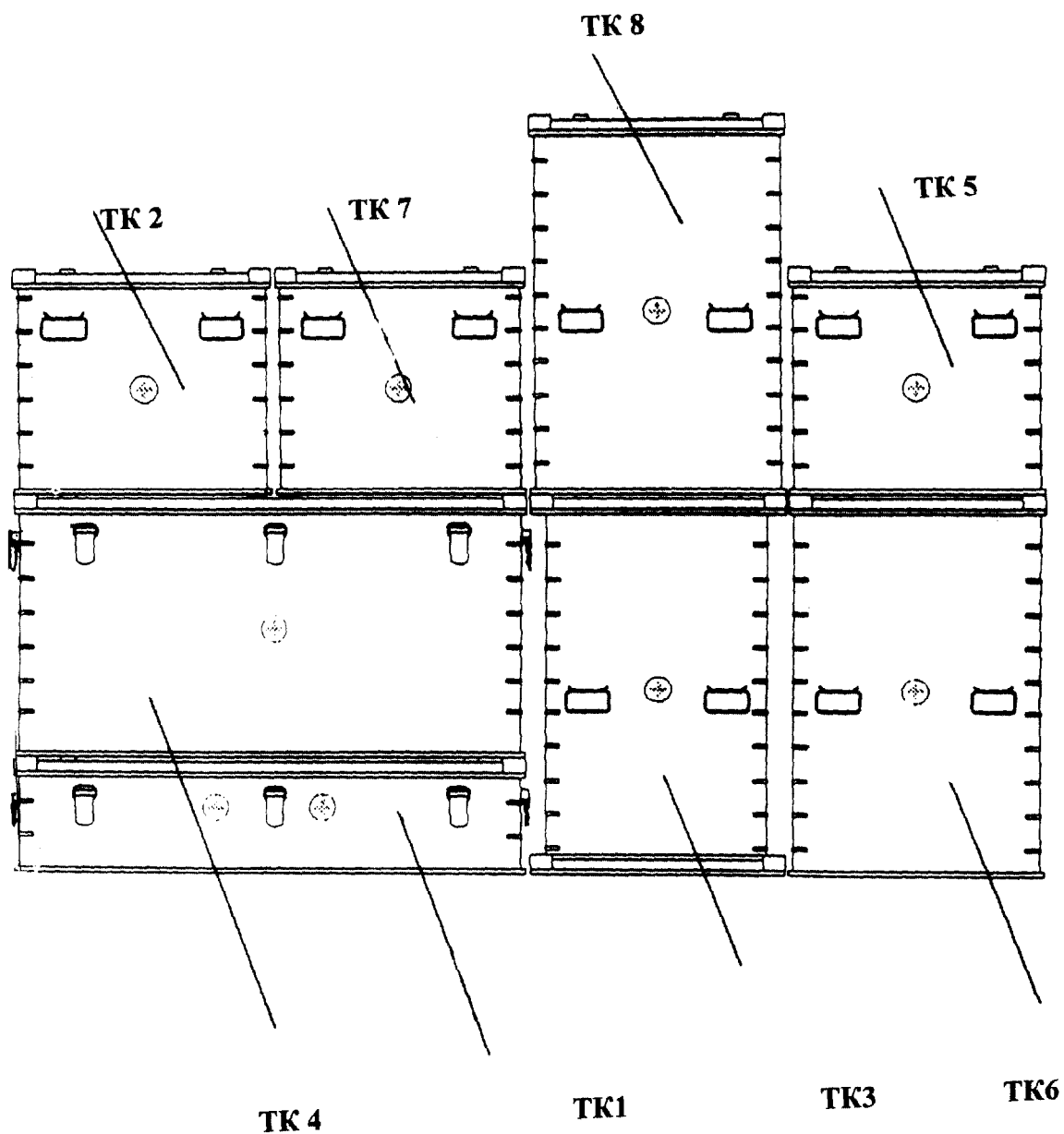
Фиг.11



Фиг.12



Фиг.13



Фиг.14