



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 27603

(13) C2

(51) 6 G21K1/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

**(54) ПОЛЯРИЗАТОР, СПОСІБ ЗМІНИ ПОТОКУ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЛЯРИЗАТОРА
ТА СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ГРАТ ПОЛЯРИЗАТОРА**

(21) 96104053

(22) 24.04.1995

(24) 15 09 2000

(31) 08/231.849

(32) 25 04 1994

(33) US

(86) PCT/US95/04781, 24.04.1995

(46) 15 09 2000, Бюл. № 4, 2000 р.

(72) Стейн Рассел Н. (US)

(73) ГРЕЙ*СТАР, ІНК (US)

(56) Патент США № 4288697, кл G 02 B 5/00.

(57) 1. Поляризатор, включающий источник излучения фотонов, распределитель потока излучения, расположенный между указанным источником и облучаемой трехмерной вещественной мишенью, отличающийся тем, что указанный источник представляет собой двумерный изотропный дисковый источник излучения, предназначенный для распространения излучения с широкой диаграммой направленности из двумерной зоны, заполненной упомянутым двумерным изотропным дисковым источником излучения, в направлении распределителя потока излучения, а распределитель потока излучения содержит стенку, выполненную в виде решетки, по меньшей мере, с одним сквозным проходом для излучения в виде ячейки, что позволяет фотонам проходить сквозь него в общем случае линейно, и ослабляющая фотоны, распространяющиеся от источника к трехмерной мишени под углами, отличающимися от требуемых углов для равномерного распределения трехмерного потока фотонов по трехмерной мишени

2. Поляризатор по п. 1, отличающийся тем, что источник представляет собой неподвижный двумерный изотропный дисковый источник излучения.

3. Поляризатор по п. 1, отличающийся тем, что решетка выполнена с несколькими ячейками для сквозного прохода излучения

4. Поляризатор по п. 3, отличающийся тем, что ячейки выстроены горизонтально и соединены друг с другом боковыми сторонами.

5. Поляризатор по п. 4, отличающийся тем, что решетка содержит криволинейные стенки.

6. Поляризатор по п. 3, отличающийся тем, что решетка содержит плоские стенки.

7. Поляризатор по п. 6, отличающийся тем, что плоские стенки выполнены с ячейками многоугольной формы в поперечном сечении

8. Поляризатор по п. 7, отличающийся тем, что ячейки имеют прямоугольную форму в поперечном сечении.

9. Поляризатор по п. 7, отличающийся тем, что форма поперечного сечения упомянутых ячеек имеет, по меньшей мере, три стороны.

10. Поляризатор по п. 9, отличающийся тем, что ячейки имеют сотовую форму поперечного сечения.

11. Способ изменения потока излучения с помощью поляризатора, включающий облучение вещественной мишени потоком излучения, проходящего через ячейки решетки распределителя, поляризующего поток излучения и расположенного между источником излучения и вещественной мишенью, отличающийся тем, что содержит следующие этапы: определение ряда параметров для решетки, поляризующей поток излучения, причем в число этих параметров входят, по меньшей мере, параметры угла горизонтального ограничения, угла вертикального ограничения, расстояние от источника излучения до передней поверхности решетки, расстояние от передней поверхности решетки до задней поверхности решетки, расстояние от задней поверхности решетки поляризующего ограничителя до передней поверхности вещественной мишени, плотность материала решетки вещественной мишени, десятикратная толщина поглощения решетки, габариты вещественной мишени, высота ограничителя решетки, высота источника излучения и длина источника излучения; установка высоты плоскости; установка расстояния до точки внутри вещественной мишени; установка расстояния по параллели до точки на передней поверхности вещественной мишени; суммирование мощности дозы излучения в точке вещественной мишени; определение наличия какого-то еще расстояния по параллели до точки вещественной мишени на ее передней поверхности, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки расстояния до точки вещественной мишени по параллели на ее передней поверхности, а в противном случае - переход к следующему этапу; определение наличия какого-то еще расстояния до точки внутри вещественной мишени, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки расстояния до точки внутри вещественной ми-

(19) UA (11) 27603 (13) C2

шени, а в противном случае - переход к следующему этапу, сохранение данных, полученных для плоскости, определение наличия каких-то еще плоскостей и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки высоты плоскости, а в противном случае - изменение структуры потока излучения указанной сетки, поляризующей поток излучения.

12. Способ по п. 11, отличающийся тем, что содержит следующие этапы определения упомянутых параметров с бесконечно малыми коэффициентами так, что имеется видимость устранения каждого ограничителя указанной решетки, поляризующей поток излучения, установка точки высоты источника излучения; установка расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения; определение координат местоположений ограничителей, определение тех траекторий распространения излучения, которые сталкиваются с местоположениями ограничителей и индикация сообщения об ошибке или, в случае отсутствия столкновений, - переход к следующему ограничителю, определение наличия какого-то еще расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения, а в противном случае - переход к следующему этапу; определение наличия каких-то еще точек высоты источника излучения, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки точки высоты источника излучения, а в противном случае - переход к следующему этапу, умножение интегральной дозы на коэффициент ослабления и генерирование структуры потока для, по меньшей мере, одной ячейки.

13. Способ по п. 12, отличающийся тем, что содержит следующие этапы: установка высоты упомянутой плоскости с данными, полученными от, по меньшей мере, одной ячейки; считывание данных о расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества; считывание данных о расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества; определение наличия данных о каком-то еще расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества, и в случае такого наличия - возвращение к этапу считывания данных о расстоянии до точки ячейки передней поверхности вещества, а в противном случае - переход к следующему этапу; определение наличия данных о каком-то еще расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества, и в случае такого наличия - возвращение к этапу считывания данных о расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества, а в противном случае - переход к следующему этапу; выравнивание каждой точки ячейки и каждой точки мишени и генерирование полной структуры потока, на основе расположения каждой точки ячейки.

14. Способ по пункту 11, отличающийся тем, что содержит следующие этапы: установка точки высоты источника излучения; установка расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения; определение координат

местоположений ограничителя на решетке, поляризующей поток излучения; определение тех траекторий распространения излучения, которые сталкиваются с местоположением ограничителей, и умножение коэффициента ослабления на ослабление траекторий через ограничитель или, при отсутствии столкновений, - переход к следующему ограничителю, определение наличия какого-то еще расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения, а в противном случае - переход к следующему этапу; умножение интегральной дозы на коэффициент ослабления и генерирование структуры потока для, по меньшей мере, одной ячейки решетки, поляризующей поток излучения.

15. Способ по п. 14, отличающийся тем, что содержит следующие этапы: установка высоты плоскости с данными, полученными от, по меньшей мере, одной ячейки, с помощью решетки, поляризующей поток излучения; считывание данных о расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества; считывание данных о расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества; определение наличия данных о каком-то еще расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества, и в случае такого наличия - возвращение к этапу считывания данных о расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества, а в противном случае - переход к следующему этапу; определение наличия данных о каком-то еще расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества, и в случае такого наличия - возвращение к этапу считывания данных о расстоянии по параллели до точки передней поверхности вещества, а в противном случае - переход к следующему этапу; выравнивание каждой из точек ячейки и точек мишени и генерирование полной структуры потока на основе расположения каждой из упомянутых точек ячейки в горизонтальном направлении.

16. Способ по п. 15, отличающийся тем, что содержит следующие этапы: установка плоскости с данными ячейки, полученными по выборкам, основанным на высоте ограничителя; определение наличия каких-то еще плоскостей с данными ячейки, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки плоскости с данными ячейки, а в противном случае - переход к следующему этапу и генерирование полной структуры потока для указанного источника излучения.

17. Способ по п. 15 или 13, отличающийся тем, что содержит следующие этапы: установка плоскости с данными ячейки, полученными по выборкам, основанным на высоте ограничителя, включая и перекрытие; определение наличия каких-то еще плоскостей с данными ячейки, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки плоскости с данными ячейки, а в противном случае - переход к следующему этапу и генерирование полной структуры потока для упомянутого источника излучения по плоскостям, интегрированным в вертикальном направлении.

18. Способ изготовления решетки поляризатора, отличающийся тем, что содержит следующие этапы: определение расстояния между, по меньшей мере, двумя вертикальными участками решетки, поляризующей поток излучения; определение толщины одного из вертикальных участков решетки, поляризующей поток излучения; определение толщины решетки упомянутой решетки, поляризующей поток излучения; выбор материала для изготовления решетки, поляризующей поток излучения; вычисление расстояния по осевой линии от осевой линии дискового источника до осевой линии решетки упомянутой решетки, поляризующей поток излучения; вычисление расстояния по передней поверхности от осевой линии решетки до передней поверхности вещества мишени, выбранного для облучения; выбор расстояния от осевой линии дискового источника до осевой линии вещественной мишени; и изготовление решетки с вертикальными и горизонтальными структурами с переменными интервалами, толщиной элементов и углами решетки, предназначенной для поляризации потока излучения; причем указанный способ, кроме того, содержит этапы: вычисление расстояния по формуле:

$$\text{расстояние} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2};$$

считая, что вносимое пластиной ограничителя ослабление основано на толщине поглощения в десять раз,

где материал ограничителя - свинец TVL (десятикратная толщина поглощения в десять раз для энергии 0,662 МэВ) = 21,336 мм (0,84 дюйма),
расстояние = расстояние, пройденное фотоном через материал ограничителя, тогда:

$$\text{ослабление} = 10^{-(\text{расстояние}/21,336)},$$

и считая, что ослабление в продукции обусловлено коэффициентами ослабления и нарастания, где коэффициент ослабления = $0,857 \text{ г/куб.см}^{-1} = 11,7 \text{ (г/куб.см)}^{-1}$,
средняя объемная плотность вещества = г/куб.см ,

перевод дюймов в сантиметры = 2,54 см/дюйм так, что

$$\text{ослабление} = 0,368^{((\text{расстояние}) (2,54) (\text{плотность}/11,7))}$$

$$\text{и нарастание} = 4 \exp[(0,302)(\text{расстояние})(2,54) \times (\text{плотность}/11,7)]$$

19. Способ по п. 18, отличающийся тем, что содержит следующие этапы: определение расстояния между, по меньшей мере, двумя вертикальными участками решетки, поляризующей поток излучения; определение толщины одного из вертикальных участков решетки, поляризующей поток излучения; определение толщины решетки упомянутой решетки, поляризующей поток излучения; выбор материала для изготовления решетки, поляризующей поток излучения; вычисление расстояния по осевой линии от осевой линии дискового источника до осевой линии решетки упомянутой решетки, поляризующей поток излучения; вычисление расстояния по передней поверхности от осевой линии решетки до передней поверхности вещественной мишени, выбранного для облучения; выбор расстояния по веществу от осевой линии дискового источника до осевой линии вещественной мишени и изготовление решетки, поляризующей поток излучения, с вертикальными и горизонтальными структурами с переменными интервалами, толщиной элементов и углами решетки, предназначенной для поляризации потока излучения; причем указанный способ, кроме того, содержит этапы: определение расстояния между пластинами следующим образом:

$$\text{расстояние} = \text{ширина}/[\tan(\theta/57,3)],$$

где ширина = расстояние между передней поверхностью и задней поверхностью решетки (в мм),

θ = угол ограничителя (в градусах),

общее ослабление = (ослабление)(нарастание).

Специальная постоянная гамма-излучения для цезия-137 равна 0,32 рад-метр²/Кюри-час, где рад - это единица поглощенной в веществе дозы (100 Эрг/г), а Кюри - мера количества радиоактивности ($3,7 \times 10^{10}$ распадов в секунду).

20. Способ по пп. 18 и 19, отличающийся тем, что выбирают материал решетки из, по меньшей мере, одного из следующего списка: свинец, обедненный уран, вольфрам.

Настоящее изобретение относится к устройствам, предназначенным для изменения изотропных потоков гамма-излучения с целью получения однородной дозы излучения, которая обеспечивается на поверхности облучаемого вещества. В частности, предлагается устройство, размещаемое между источником излучения и облучаемым веществом (продуктом) для уменьшения (но не устранения) количества фотонов, которые распространяются под углами, отличающимися от требуемых, (например, не под прямыми углами) по отношению к плоскости передней поверхности вещества, без существенного уменьшения количества фотонов, которые достигают плоскости передней поверхности мишени под требуемыми углами (например, под прямыми углами).

При облучении вещества гамма-излучением с целью получения полезного химического, физического или биологического воздействия обычно имеют место некоторые нежелательные неоднородности. Такие неоднородности обуславливаются наличием четырех основных факторов, а именно:

1. геометрией источников излучения и вещества и их геометрическим взаиморасположением относительно друг друга;

2. изотропной природой излучения, испускаемого источниками радиоактивных изотопов;

3. коэффициентами массового затухания облучаемых материалов;

4. средними объемными плотностями облучаемых материалов (в том числе их удельной массой).

Эта проблема, возможно, станет более понятной при описании ее по аналогии с явлением "поверхностного сгорания". Поверхность облучаемого вещества получает большую дозу по сравнению с его внутренней частью, точно так же, как поверхность мяса на электроращпере может уже обжариться, в то время как его внутренняя часть еще остается сырой.

При облучении вещества с целью достижения указанного эффекта необходимо быть уверенным в том, что все части этого вещества получают, по меньшей мере, необходимое для достижения этого эффекта количество излучения. Такое количество излучения обозначается минимальной дозой ($D_{мин}$).

В некоторых случаях, однако, избыточная величина получаемого веществом облучения может приводить к нежелательному результату (порче вещества), или же доза может превышать установленный регулирующим органом обязательный предел и вещество становится "испорченным по закону". Такое количество излучения называется максимальной дозой излучения ($D_{макс}$).

Очевидно, что облучатели предназначены обеспечивать поступление ко всем частям вещества такой дозы излучения, которая находится в рамках этих пределов (больше $D_{мин}$, но меньше $D_{макс}$). К сожалению, для достижения этой цели приходится жертвовать или коэффициентом полезного действия облучателей, или эффективностью режимов эксплуатации, или и тем и другим. Имеются два традиционных способа снижения неоднородности (уменьшения отношения $D_{макс}/D_{мин}$), а именно: облучение "более тонких" слоев вещества или увеличение расстояния между источником излучения и веществом. При первом способе ухудшается эффективность эксплуатации (увеличивается длительность процесса обработки материала вещества), а при втором способе снижается коэффициент использования излучения (процентное отношение полезно поглощенного в веществе излучения к общему количеству излучения источника). Сохраняется аналогия с жареным мясом на электроращпере: или мясо разрезается на тонкие куски и готовится отдельно, или располагается подальше от пламени и, таким образом, увеличивается время его приготовления.

Указанная причина "поверхностного сгорания" обусловлена изотропной природой излучения, испускаемого радиоактивными изотопами, и явлением "обратного квадрата". Все виды излучения (фотоны) в электромагнитном спектре имеют такой же характер, в том числе и видимый свет.

Гамма-фотоны не могут преломляться, отражаться или фокусироваться так же эффективно, как фотоны видимого света. На практике только около одного процента гамма-фотонов могут отражаться от поверхности, и, кроме того, отсутствуют "линзы", способные фокусировать пучок гамма-излучения. Некоторые виды излучения, такие как бета-частицы от радиоактивных изотопов или электронные пучки могут формироваться и фокусироваться с помощью магнитов, но гамма-лучи не взаимодействуют с магнитны-

ми полями. Исключительно интенсивные гравитационные поля могут "изгибать" гамма-лучи (и световые волны), такие поля характерны для сверхбольших звезд и "черных дыр", но практические возможности использования этих явлений отсутствуют.

Тем не менее, гамма-излучение может поглощаться, более или менее, всеми веществами. В общем случае чем выше атомное число (Z) элемента, тем большее количество излучения он будет поглощать. Другими словами, чем выше плотность материала, тем более эффективно он будет ослаблять или поглощать гамма-излучение. Поэтому, в качестве материалов ядерного экранирования обычно используются свинец, обедненный уран и железо. В тех случаях, если нет ограничения по толщине материала, могут использоваться и материалы с меньшей плотностью, но с увеличенной толщиной такие, как бетон или вода, которые не так дороги, несмотря на то, что подобных материалов требуется большее количество.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является коллиматор [1], включающий источник излучения фотонов, облучаемый объект и распределитель потока излучения в виде ламинированной конструкции, которая позволяет осуществлять контроль за путями прохождения излучения и поглощает перехваченное излучение, которое проходит по другим направлениям.

Способ изменения потока излучения с использованием коллиматора заключается в воздействии контролируемого потока излучения, проходящего через проходы в ламинированной конструкции, на видимое изображение.

Недостатками конструкции и способа является невозможность обеспечить поступление к каждой части облучаемого объекта, как к наружной, так и к внутренней, оптимальной, заранее рассчитанной дозы облучения.

Задачей настоящего изобретения является создание поляризатора, способа изменения потока излучения с помощью поляризатора и способа изготовления решетки поляризатора, которые производят изменение потока излучения, что обеспечивает отклонение фотонов, падающих на переднюю поверхность мишени под более или менее требуемыми углами (например; под прямыми углами).

Таким образом, задачей этого изобретения является создание устройства поляризации или распределения потока излучения с целью снижения количества фотонов, которые распространяются под углом, отличающимся от требуемой величины угла (например, не под прямым углом) к передней поверхности облучаемой "мишени", без существенного снижения фотонов, приближающихся или достигающих минимальной базовой точки в мишени. В известном смысле задачей этого изобретения является преобразование нормального источника изотропного излучения в источник анизотропного излучения.

Технический результат достигается тем, что поляризатор, включающий источник излучения фотонов, распределитель потока излучения, расположенный между источником и облучаемой трехмерной вещественной мишенью, согласно

изобретению содержит двумерный изотропный дисковый источник излучения, предназначенный для распространения излучения с широкой диаграммой направленности из двумерной зоны, заполненной упомянутым двумерным изотропным дисковым источником излучения, в направлении распределителя потока излучения, а распределитель потока излучения уменьшает количество фотонов, испускаемых источником и распространяющихся под углами, отличающимися от требуемых углов относительно трехмерной мишени, и в котором распределитель потока излучения содержит стенку, выполненную, по меньшей мере, с одним сквозным проходом для излучения, что позволяет фотонам проходить сквозь него в общем случае линейно, и эта стенка ослабляет фотоны, распространяющиеся от источника к трехмерной мишени под углами, отличающимися от требуемых углов для равномерного распределения трехмерного потока фотонов по трехмерной мишени.

Технический результат достигается также тем, что способ изменения потока излучения с помощью поляризатора, включающий облучение вещественной мишени потоком излучения, проходящего через ячейки решетки распределителя, поляризующего поток излучения и расположенного между источником излучения и вещественной мишенью, согласно изобретению содержит следующие этапы: определение ряда параметров для решетки, поляризующей поток излучения, причем в число этих параметров входят, по меньшей мере, параметры угла горизонтального ограничения, угла вертикального ограничения, расстояние от источника излучения до передней поверхности решетки, расстояние от передней поверхности решетки до задней поверхности решетки, расстояние от задней поверхности решетки поляризующего ограничителя до передней поверхности вещественной мишени, плотность материала решетки вещественной мишени, толщина поглощения в десять раз решетки, габариты вещественной мишени, высота ограничителя решетки, высота источника излучения и длина источника излучения; установка высоты плоскости; установка расстояния до точки внутри вещественной мишени; установка расстояния по параллели до точки на передней поверхности вещественной мишени; суммирование мощности дозы излучения в точке вещественной мишени; определение наличия какого-то еще расстояния по параллели до точки передней поверхности, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки расстояния до точки вещественной мишени по параллели на ее передней поверхности, а в противном случае - переход к следующему этапу; определение наличия какого-то еще расстояния до точек внутри вещественной мишени, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки расстояния до точки внутри вещественной мишени, а в противном случае - переход к следующему этапу, сохранение данных, полученных для плоскости, определение наличия каких-то еще плоскостей и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки высоты плоскости, а в противном случае - изменение структуры потока

излучения указанной сетки, поляризующей поток излучения.

Способ, кроме того, содержит следующие этапы: определение упомянутых параметров с бесконечно малыми коэффициентами так, что имеется видимость устранения каждого ограничителя указанной решетки, поляризующей поток излучения; установка точки высоты источника излучения; установка расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения; определение координат местоположений ограничителей; определение тех траекторий распространения излучения, которые сталкиваются с местоположениями ограничителей и индикация сообщения об ошибке или, в случае отсутствия столкновений, - переход к следующему ограничителю; определение наличия какого-то еще расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения, а в противном случае - переход к следующему этапу; определение наличия каких-то еще точек высоты источника излучения, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки точки высоты источника излучения, а в противном случае - переход к следующему этапу, умножение интегральной дозы на коэффициент ослабления и генерирование структуры потока для, по меньшей мере, одной ячейки.

Способ, кроме того, содержит следующие этапы: установка высоты упомянутой плоскости с данными, полученными от, по меньшей мере, одной ячейки; считывание данных о расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества; считывание данных о расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества; определение наличия данных о каком-то еще расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества, и в случае такого наличия - возвращение к этапу считывания данных о расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества, а в противном случае - переход к следующему этапу; определение наличия данных о каком-то еще расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества, и в случае такого наличия - возвращение к этапу считывания данных о расстоянии по параллели до 10 точки ячейки передней поверхности вещества, а в противном случае - переход к следующему этапу; выравнивание каждой точки ячейки и каждой точки мишени и генерирование полной структуры потока, на основе расположения каждой точки ячейки.

Способ, кроме того, содержит следующие этапы: установка точки высоты источника излучения; установка расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения; определение координат местоположений ограничителя на решетке, поляризующей поток излучения; определение тех траекторий распространения излучения, которые сталкиваются с местоположением ограничителей, и умножение коэффициента ослабления на ослабление траекторий через ограничитель или, при отсутствии столкновений, - переход к следующему ограни-

чителю; определение наличия какого-то еще расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения, а в противном случае - переход к следующему этапу; умножение интегральной дозы на коэффициент ослабления и генерирование структуры потока для, по меньшей мере, одной ячейки решетки, поляризующей поток излучения.

Способ, кроме того, содержит следующие этапы: установка высоты плоскости с данными, полученными от, по меньшей мере, одной ячейки, с помощью решетки, поляризующей поток излучения; считывание данных о расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества; считывание данных о расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества; определение наличия данных о каком-то еще расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества, и в случае такого наличия - возвращение к этапу считывания данных о расстоянии до точки ячейки внутри передней поверхности вещества, а в противном случае - переход к следующему этапу; определение наличия данных о каком-то еще расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества, и в случае такого наличия - возвращение к этапу считывания данных о расстоянии по параллели до точки передней поверхности вещества, а в противном случае - переход к следующему этапу; выравнивание каждой из точек ячейки и точек мишени и генерирование полной структуры потока на основе расположения каждой из упомянутых точек ячейки в горизонтальном направлении.

Способ, кроме того, содержит следующие этапы: установка плоскости с данными ячейки, полученными по выборкам, основанным на высоте ограничителя, определение наличия каких-то еще плоскостей с данными ячейки, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки плоскости с данными ячейки, а в противном случае - переход к следующему этапу и генерирование полной структуры потока для указанного источника излучения.

Способ, кроме того, содержит следующие этапы: установка плоскости с данными ячейки, полученными по выборкам, основанным на высоте ограничителя, включая и перекрытие; определение наличия каких-то еще плоскостей с данными ячейки, и в случае такого наличия - возвращение к этапу установки плоскости с данными ячейки, а в противном случае - переход к следующему этапу и генерирование полной структуры потока для упомянутого источника излучения по плоскостям, интегрированным в вертикальном направлении.

Технический результат достигается также тем, что способ изготовления решетки поляризатора содержит следующие этапы: определение расстояния между, по меньшей мере, двумя вертикальными участками решетки, поляризующей поток излучения; определение толщины одного из вертикальных участков решетки, поляризующей поток излучения; определение толщины ре-

шетки упомянутой решетки, поляризующей поток излучения; выбор материала для изготовления решетки, поляризующей поток излучения; вычисление расстояния по осевой линии от осевой линии дискового источника до осевой линии решетки упомянутой решетки, поляризующей поток излучения; вычисление расстояния по передней поверхности от осевой линии решетки до передней поверхности вещественной мишени, выбранной для облучения; выбор расстояния от осевой линии дискового источника до осевой линии вещественной мишени; и изготовление решетки с вертикальными и горизонтальными структурами с переменными интервалами, толщиной элементов и углами решетки, предназначенной для поляризации потока излучения; причем указанный способ, кроме того, содержит этапы: вычисление расстояния по формуле:

$$\text{расстояние} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2};$$

считая, что вносимое пластиной ограничителя ослабление основано на десятикратной толщине поглощения,

где материал ограничителя - свинец TVL (десятикратная толщина поглощения свинца для энергии 0,662 МэВ) = 21,336 мм (0,84 дюйма)

расстояние = расстояние, пройденное фотоном через материал ограничителя, тогда:

$$\text{ослабление} = 10^{-(\text{расстояние}/21,336)},$$

и, считая, что ослабление в продукции обусловлено коэффициентами ослабления и нарастания, где коэффициент ослабления = 0,857 г/куб.см = 11,7 (г/куб.см)⁻¹

средняя объемная плотность вещества = г/куб.см

перевод дюймов в сантиметры = 2,54 см/дюйм так, что

ослабление = 0,368 ((расстояние/2,54)/(плотность/11,7))
и нарастание = 4 exp[(0,302)(расстояние)(2,54)x (плотность/11,7)].

Способ, кроме того, содержит следующие этапы: определение расстояния между, по меньшей мере, двумя вертикальными участками решетки, поляризующей поток излучения; определение толщины одного из вертикальных участков решетки, поляризующей поток излучения; определение толщины решетки упомянутой решетки, поляризующей поток излучения; выбор материала для изготовления решетки, поляризующей поток излучения; вычисление расстояния по осевой линии от осевой линии дискового источника до осевой линии решетки упомянутой решетки, поляризующей поток излучения; вычисление расстояния по передней поверхности от осевой линии решетки до передней поверхности вещественной мишени, выбранной для облучения; выбор расстояния по веществу от осевой линии дискового источника до осевой линии вещественной мишени и изготовление решетки, поляризующей поток излучения, с вертикальными и горизонтальными структурами с переменными интервалами, толщиной элементов и углами решетки, предназначенной для поляризации

потока излучения; причем указанный способ, кроме того, содержит этапы, определение расстояния между пластинами следующим образом:
 $\text{расстояние} = \text{ширина} / [\tan(\theta/57,3)]$,

где ширина = расстояние между передней поверхностью и задней поверхностью решетки в миллиметрах (в дюймах):

θ = угол ограничителя (в градусах):

общее ослабление = (ослабление)(нарастание).

Специальная постоянная гамма-излучения для цезия-137 равна 0,32 рад-метр²/Кюри-час, где рад - это единица поглощенной в веществе дозы (100 Эрг/г), а Кюри - мера количества радиоактивности ($3,7 \times 10^{10}$ распадов в секунду)

Материал сетки выбирают из, по меньшей мере, одного из следующего списка: свинец, обедненный уран, вольфрам.

Далее цели и преимущества изобретения станут очевидными в ходе рассмотрения фигур и последующего описания

На фиг. 1 показана примерная структура ячеек решетки, выполненная в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 2 показано влияние приведенной на фиг. 1 структуры ячеек решетки, выполненной в соответствии с настоящим изобретением, на траектории распространения фотонов

На фиг. 3а и 3б показаны параметры, учитываемые при разработке структуры ячеек решетки, выполненной в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 4 показаны другие примерные варианты осуществления структур ячеек решетки, выполненных в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 5 и 6 показаны схемы последовательности операций, необходимых для создания полной структуры потока для указанных ячеек, выполненных в соответствии с настоящим изобретением

На фиг. 7 и 8 показаны схемы последовательности операций, необходимых для вычисления суммарного влияния каждой ячейки, выполненной в соответствии с настоящим изобретением

На фиг. 9 и 10 показаны схемы последовательности операций, необходимых для вычисления суммарного эффекта для каждого горизонтального линейного источника, выполненного в соответствии с настоящим изобретением

На фиг. 11 и 12 показаны схемы последовательности операций сопоставления трехмерных сред мишеней в соответствии с настоящим изобретением

На фиг. 13а и 13б показаны потоки одиночной ячейки, проходящие через гипотетические плоскости, по мере их перемещения вертикально в сторону от плоскости, на которой располагается точечный источник в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 14а и 14б показано распределение потока горизонтального линейного источника, выполненного в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 15 показано распределение потока горизонтального линейного источника, выпол-

ненного в соответствии с настоящим изобретением

На фиг. 16 показана полная структура потока вещества в соответствии с настоящим изобретением

На фиг. 17 показана полная структура потока вещества в виде контурной диаграммы в соответствии с настоящим изобретением

Как показано на фиг. 1 и 2 настоящее изобретение направлено на создание устройств, изменяющих поток излучения путем использования решетки 1, поляризующей поток излучения, которая обычно размещается между дисковым источником излучения 2 и облучаемой вещественной мишенью 3. Решетка 1 примерно прямоугольной геометрической конфигурации выполняется из материала с очень высокой плотностью такого, например, как свинец, обедненный уран или вольфрам. Решетка 1 имеет несколько стенообразующих элементов, или ограничительных пластин 4, 5 с ячейками, которые образуют путь сквозного распространения фотонов. В этом варианте осуществления изобретения ограничительные пластины 4, 5 расположены под требуемыми углами (то есть под прямыми углами), что в примерном положении вертикального использования приводит к образованию горизонтальных участков 4 и вертикальных участков 5.

Как показано на фиг. 2, гамма-фотоны, проходя через расположенную на их пути к вещественной мишени решетку 1, могут распространяться по двум траекториям 6, 7, а именно: либо проходят непосредственно через пространство и проходы в ячейках, как обозначено числом 6, либо, проходят через решетку 1 и частично или полностью поглощаются в одной или более ограничительных пластинах 4, 5, как это обозначено цифрой 7.

Действие предлагаемой решетки поляризации или распределения 1 заключается в снижении количества фотонов, которые распространяются не под требуемым углом (например, под прямым углом) к передней поверхности вещественной мишени, без существенного уменьшения количества фотонов, приближающихся к вещественной мишени под требуемыми углами (например, под прямыми углами). Высокие поверхностные дозы, наблюдаемые в известных облучателях, обусловлены наличием фотонов, излучаемых дисковым источником 2, которые достигают вещественной мишени 3 под предельным углом, как обозначено цифрой 7. Количество таких фотонов с "предельными углами" существенно снижается с помощью решетки 1, как показано на фиг. 2.

Как показано на фиг. 3а и 3б, имеется семь параметров, с помощью которых можно управлять эффективностью решетки 1. Прежде всего это расстояние "А" между вертикальными участками 5, далее - толщина "В" вертикальных участков 5. Третьим параметром считается толщина "С" решетки 1. Четвертым параметром является материал "D", из которого изготавливается решетка 1. Следующим параметром является расстояние "Е" от осевой линии 8 дискового источника 2 до осевой линии 9 решетки 1. Шестым параметром является расстояние "F" от осевой

линии 9 решетки до передней поверхности 10 вещественной мишени 3. Последним, седьмым параметром считается расстояние "G" от осевой линии 8 источника до осевой линии 11 вещественной мишени.

Анализ геометрии был выполнен для показанной на фиг. 1 решетки 1, которая является прямолинейной. Однако, могут использоваться решетки с любой другой геометрией и их сочетанием. Другие варианты предлагаемых решеток показаны на фиг. 4, на котором ячейки решеток имеют треугольную 12, шестиугольную 13 или круглую 14 конфигурации. Эти геометрические структуры могут располагаться вертикально или горизонтально, а в некоторых случаях может потребоваться применение неоднородных структур в том случае, если применение изменяемых интервалов, толщин элементов и сеточных углов существенно поляризует или распределяет поток излучения.

С помощью изменения указанных семи параметров можно проектировать решетки специально для облучателей с различными конфигурациями источников и для веществ с различной плотностью для тех же облучателей. Решетка 1 может модифицироваться для имеющихся облучателей или вводиться в новые конструкции облучателя.

Таким образом, в предпочтительной структурной конфигурации облучателя, использующего решетку 1, прямоугольник, составленный из четырех решеток, располагается вокруг вещественной мишени 3, причем решетки 1 размещаются между вещественной мишенью 3 и источником 2 с целью изменения и/или управления распределением потока гамма-фотонов по всей вещественной мишени 3. Для того, чтобы определить параметры геометрической конфигурации ячеек решетки 1 и, тем самым, характеристики изменения потока с помощью решетки 1 или решеток, может оказаться эффективным размещение методом проб и ошибок элементов, определяющих размеры ячеек решетки на элементе, прозрачном для излучения. Затем проводится испытание такой пробной решетки с целью определения распределения излучения на вещественной мишени.

В предпочтительном варианте осуществления предлагаемого способа была создана математическая модель, позволяющая оптимизировать структуру ячейки решетки 1.

В соответствии с описанием фиг. 2 решетка 1 поляризует траектории распространения 6, 7 гамма-фотонов, что позволяет максимально использовать энергию, поглощаемую вещественной мишенью 3 с одновременным ограничением количества фотонов, которые не приносят пользу. После их образования в материале источника, например, цезий-137, который представляет собой изотоп цезия, используемого в качестве материала источника, фотоны распространяются на или сквозь решетку 1 и на вещественную мишень 3, где их энергия преобразуется в низкопотенциальную теплоту. Понятно, что может использоваться любой изотоп, с которым может быть достигнут требуемый результат.

Способ математического моделирования позволяет учитывать геометрическое располо-

жение дискового источника 2, взаимодействие с решеткой 1 и поглощение фотонов в вещественной мишени 3. Вследствие наличия нескольких указанных параметров моделирование основано на вычислениях точечного ядра, при котором источник 2 и вещественная мишень 3 разбиваются на специальные точки и вычисляется фактическое взаимодействие траекторий фотонов между ними. Чем большее количество точек выбрано, тем лучше точность вычисления. Конечно, этот процесс ограничивается общим временем обработки результатов на ЭВМ, что определяется с экономической точки зрения.

Настоящее изобретение избирательно ограничивает траекторию 7 некоторых фотонов. В соответствии с моделью источник 2 разбивается на как можно большее число ядер, которое определяется возможностями микрогеометрии. Для того, чтобы выполнить эту задачу, используется способ "ячейки". Ячейка 15 или дисковый миниисточник делит свой источник на двенадцать вертикальных и двенадцать горизонтальных компонентов для выполнения вычислений по способу точечного ядра. Она содержит источник 2, окруженный четырьмя слоями ограничительных пластин 4, 5 или решетками 1, которые пропускают излучение от дискового источника 2 во всех направлениях. Источник 2 определяется как двумерная решетка цезия-137, помещенного в оболочку из нержавеющей стали. В нижеописываемом варианте осуществления изобретения дисковый источник 2 разбивается на конечное количество гипотетических ячеек 15, как горизонтальных 4, так и вертикальных 5. При этом образуется базовая единица для множества общих конфигураций источника. В соответствии с моделью источник 2 разделяется на конечное число "ячеек", которые содержат специфическую геометрию для заданной конфигурации решетки. Используя способ точечного ядра, вычисляется полное распределение потока для материала мишени с указанной плотностью, расширяя одну сторону материала теоретического источника через теоретический воздушный зазор. Этот воздушный зазор представляет собой расстояние между дисковым источником 2 и поверхностью или передней поверхностью 10 вещественной мишени 3. Количество точек на мишени и их расположение выбирается вдвое большим высоты и ширины теоретического максимального размера вещества по осям y и z осевой точки материала источника. Толщина мишени (ось x) устанавливается равной максимальному значению толщины вещества. После того, как все точки мишени будут рассчитаны для указанной ячейки 15, ячейки могут быть геометрически выстроены для теоретического дискового источника или источников. Используя миниисточники 15 как точечные источники, можно вычислить мощности дозы излучения точек мишени путем суммирования мощностей дозы излучения от различных точек мишени для каждого положения соответствующей ячейки 15.

Модель ячейки основана на относительной прямоугольной системе координат. Начало координат - это теоретическая точка, в центре которой образуется изотропное излучение (точечный

источник) Все размерные позиции основаны на координатах, исходящих из этой точки. В настоящей модели в качестве первичной единицы расстояния используется миллиметр (дюйм). Ограничительные пластины 4, 5 решетки 1 определяются координатой самой близкой точки и координатой самой удаленной точки каждой горизонтальной и вертикальной пластины. Горизонтальная ограничительная пластина 4 определяется как содержащая плоские пластины материала с высоким значением атомного числа Z , которые ориентированы горизонтально, ограничивая поток фотонов в вертикальном направлении. Вертикальная ограничительная пластина 5 определяется как содержащая плоские пластины материала с высоким значением атомного числа Z , которые ориентированы вертикально, ограничивая поток фотонов в горизонтальном направлении. Принимая во внимание углы, выбраны только ближайшие восемь ограничительных пластин (как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях). Увеличение количества пластин не добавляет значимости модели и, следовательно, предполагается, что после прохождения четырех решеток в каком-либо одном направлении (восемь пластин в вертикальном и восемь пластин в горизонтальном направлении) поток фотонов полностью поглощается.

Ослабление - это коэффициент ослабления определенного количества энергии (фотонов) ограничительными пластинами ячейки 15 или материалом вещественной мишени 3. С другой стороны, нарастание является противодействующим фактором ослабления из-за вторичных фотонов, образующихся благодаря начальному поглощению материалом ограничительных пластин ячейки 15 или вещественной мишени 3. По существу, когда фотон поглощается, он иногда производит вторичные фотоны, которые продолжают распространяться к вещественной мишени 3 или точки вещественной мишени и, следовательно, увеличивают суммарную дозу в этой точке. Положение точек вещественной мишени также определяется относительно точки начала координат упомянутой выше прямоугольной системы координат при вычислении каждой точки.

Как только будет вычислена и полностью определена ячейка 15, данные вводятся в другие программы, в которых используется относительная прямоугольная система координат, основанная на единицах ячеек для определения горизонтальной и вертикальной координаты точечного источника (оси y и z). Например, если ширина ячейки 15 имеет 50,8 мм (два дюйма), высота 101,6 мм (4 дюйма), а общий размер дискового источника 2 составляет 1016x1016 мм (40 x 40 дюймов), то источник 2 будет определен, как имеющий размер десять ячеек в высоту и 20 ячеек в ширину. Мишень определяется в миллиметрах (дюймах) по своим осям x и y . Ее ось z измеряется в миллиметрах (дюймах). Однако, интервал между выбранными плоскостями z основывается на вертикальном размере ячейки.

Каждая ячейка источника разбивается на 12 точек в горизонтальном направлении и 12 точек в вертикальном направлении (всего 144 точки). Каждая вещественная мишень 3 вначале

разбивается на дискретные элементы размером 25,4 мм (один дюйм) каждый по своей оси y (перпендикулярно направлению потока фотонов от источника 2 к вещественной мишени 3). Ось x делится на дискреты размером 101,6 мм (4 дюйма) (расстояние до вещества). Если вещество занимает площадь 1016x1016 мм² (40 x 40 кв дюймов), то для каждой плоскости вещественной мишени на оси z имеется 41 точка по оси y и 11 точек по оси x . Ось z разбивается на дискреты на один вертикальный размер ячейки. Следовательно, в том случае, если высота вещественной мишени составляет 1016 мм (40 дюймов), а ячейка имеет вертикальный размер 127 мм (5 дюймов), на оси z должно быть 9 плоскостей с координатами x и y .

При каждом делении дискового источника 2 на ядра или ячейки суммарная мощность излучения для соответствующих точек мишени должна делиться на это же число с тем, чтобы при суммировании не учитывалось влияние одних и тех же фотонов в число раз, кратное делению материала источника.

Расстояние вычислялось по следующей формуле:

$$\text{расстояние} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}.$$

Ослабление, вносимое ограничительными пластинами, основано на десятикратной толщине поглощения, как показано ниже.

Предполагалось:

материал ограничителя - свинец TVL (десятикратная толщина поглощения свинца для энергии 0,662 МэВ) = 21,336 мм (0,84 дюйма)

расстояние = расстояние, пройденное фотоном через материал ограничителя тогда:

$$\text{ослабление} = 10^{-10(\text{расстояние}/21,336)}$$

Ослабление в веществе определяется коэффициентом ослабления и вычисляется следующим образом:

Предполагаем:

$$\text{коэффициент ослабления} = 0,857 \text{ г/куб см} = 11,7 \text{ (г/куб см)}^{-1}$$

$$\text{средняя объемная плотность вещества} = \text{г/куб см}$$

$$\text{перевод дюймов в сантиметры} = 2,54 \text{ см/дюйм}$$

Тогда.

$$\text{ослабление} = 0,368^{(\text{расстояние} \times 2,54) / (\text{плотность} \times 11,7)}$$

$$\text{нарастание} = 4 \exp[(0,302)(\text{расстояние}) \times (2,54)(\text{плотность} / 11,7)]$$

$$\text{общее ослабление} = (\text{ослабление})(\text{нарастание})$$

Специальная постоянная гамма-излучения для цезия-137 равна 0,32 рад-метр² /Кюри-час, где рад - это единица поглощенной в веществе дозы (100 Эр/г), а Кюри - мера количества радиоактивности (3,7 x 10¹⁰ распадов в секунду).

После того, как будут определены особая координата точки источника и особая координата точки мишени, вычисляется расстояние по воздуху и в материале вещества для определения распределения дозы в точке мишени. Это выполняется с учетом коэффициента ослабления вещества и обратно пропорционально квадрату расстояния. С помощью этой модели определя-

ется факт столкновения фотона с пластиной ограничителя. В случае столкновения вносимое этой пластиной ослабление вводится как коэффициент в уравнение.

Расположение ограничительных пластин 4, 5 определяет теоретические углы ограничения в вертикальном и горизонтальном направлениях. Расстояние между пластинами определяется следующим образом:

$$\text{расстояние} = \text{ширина} / \tan(\theta/57,3)$$

где ширина = расстояние между передней поверхностью и задней поверхностью сетки (в мм);
 θ = угол ограничителя (в градусах).

Для каждой ориентации ограничения имеется восемь пластин (горизонтальных и вертикальных). Угол горизонтального ограничения - это теоретическое ограничение фотонов между боковыми поверхностями (в горизонтальном направлении). Он измеряется в градусах от плоскости диска источника. Угол вертикального ограничения - это теоретическое ограничение фотонов от верхней поверхности к нижней (в вертикальном направлении). Он измеряется в градусах от плоскости диска источника.

Имеется четыре двумерных диска источника. Каждый из них окружен гипотетической пластиной вещества. Расстояние между веществом и источником (воздушная прослойка) зависит от особых размеров вещества и расположения источника. Например, источник 2 может располагаться на 157,5 мм (7 дюймов) от любой из поверхностей 10 пластины вещественной мишени 3 в предположении, что размер вещественной мишени 3 составляет 1219,2 x 1219,2 мм (48 x 48 кв. дюймов) (длина и ширина). В том случае, если ширина будет 1016 мм (40 дюймов), а длина - 1219,2 мм (48 дюймов), то два диска будут находиться на расстоянии 330,2 мм (13 дюймов) от одной из поверхностей, а два - на 157,5 мм (7 дюймов) от других двух поверхностей.

Изменяющая поток излучения решетка 1 должна проходить между диском источника 2 и передней поверхностью вещественной мишени 3. Причем именно в той же самой ориентации (x, y, z), что и дисковый источник 2. Однако, он не обязательно должен иметь те же размеры (по осям y и z), что и дисковый источник 2. Например, источник 2 может перекрывать верхнюю часть решетки 1, или, возможно, боковые части решетки 1. Такой вариант позволяет в некоторой степени управлять эффектом. Для компенсации этого эффекта прогоняется второй набор данных ячейки с изменением только одного параметра. Этот второй набор относится к набору углов ограничителя равному 0,00001 градусов (приближаясь, но не равному нулю).

Эти данные генерируют карту потока мощности дозы излучения в пределах вещественной мишени 3 в предположении отсутствия решетки 1. Второй поток данных в серии по способу ячейки сочетает вклад выбранных горизонталей от каждой из решеток 1 или отсутствия решеток, что зависит от того, насколько источник 2 перекрывает решетку 1. Хотя это здесь и не показано, компонент горизонтального перекрытия может добавляться для дальнейшего управления эффектом введения решетки.

На фиг. 5-12 представлена серия схем последовательности операций, которые используются при генерировании полного распределения потока для указанного набора параметров. Общие параметры для этого набора указаны ниже.

Угол горизонтального ограничения = 56 градусов.

Угол вертикального ограничения = 32 градуса.

Расстояние от источника до решетки (передней части) = 53,975 мм (2,125 дюйма).

Расстояние от передней поверхности решетки до задней поверхности решетки (ширина ограничителя) = 69,85 мм (2,75 дюйма).

Расстояние от решетки ограничителя (задняя поверхность) до передней поверхности вещества = 53,975 мм (2,125 дюйма).

Плотность вещества = 0,4 г/куб. см

Материал решетки = свинец.

Толщина поглощения в десять раз для решетки = 21,336 мм (0,84 дюйма).

Габариты вещества = 1219,2 x 1219,2 x 1219,2 мм³ (48 x 48 x 48 куб. дюймов).

Высота решетки ограничителя = 6 высот вертикальной ячейки.

Длина источника по вертикали = 1219,2 мм (48 дюймов).

Длина источника по горизонтали = 111,76 мм (4,4 дюйма).

Модель подразумевает несколько схем последовательности операций, используемых при изменении различных параметров. Схемы последовательности операций в общем случае делятся на четыре основные функции. В соответствии с первой, как это показано на фиг. 5 и 6, создается полная карта потока для указанной ячейки. Вторая, как показано на фиг. 7 и 8, вычисляет суммирование влияний для каждой ячейки по всей среде двумерной мишени, в предположении, что все ячейки имеют конфигурацию "горизонтального линейного источника". Третья схема последовательности операций, показанная на фиг. 9 и 10, вычисляет суммирование каждого "горизонтального линейного источника", как будто это двумерный "диск источника", через среду трехмерной мишени. Четвертая схема последовательности операций, представленная на фиг. 11 и 12, сопоставляет среду трехмерной мишени для геометрии четырех дисков источника излучения, с использованием четырех двумерных дисковых источников и соответствующих им решеток 1. Это приводит к трехмерной модели указанного вещества с указанными размерами, с помощью указанной решетки 1 для указанной конфигурации облучателя или источника. Далее описывается более детальный анализ программных функций со ссылками на соответствующие рисунки.

Следует сказать, что все эти схемы последовательности операций имеют несколько общих особенностей. Соответственно, эти общие особенности будут обсуждаться ниже, а сделанные на фиг. 5 ссылки являются общими для всех. Общие этапы всех схем последовательности операций обозначены одинаковыми числами. Этот способ предназначен для изменения потока излучения с использованием решетки 1, поляризующей поток

излучения, размещенной между источником излучения 2 и вещественной мишенью 3.

Этот способ содержит начальный этап 16 определения нескольких переменных для решетки 1, поляризующей поток излучения. Несколько параметров включают в себя, по меньшей мере, один из нижеследующих: угол горизонтального ограничения, угол вертикального ограничения, расстояние от источника излучения 2 до передней поверхности решетки, расстояние от передней поверхности решетки 1 до задней поверхности решетки 1, расстояние от задней поверхности решетки 1 до передней поверхности 10 вещественной мишени, плотность вещества мишени, материал решетки, десятикратная толщина поглощения решетки, габариты вещественной мишени, высота решетки ограничителя, длина источника излучения по вертикали и длина источника по горизонтали.

На этапе 17 устанавливается высота плоскости, а на этапе 18 устанавливается расстояние точки внутри вещественной мишени 3.

Следующими общими особенностями являются установка на этапе 19 расстояния по параллели до точки передней поверхности 10 вещественной мишени 3, суммирование на этапе 20 мощности дозы излучения в точке вещественной мишени 3 и несколько блоков принятия решения. На первом из них, блоке 21, принимается решение о возврате к этапу 19 для установки расстояния по параллели до точки передней поверхности 28 мишени, в том случае, если имеется еще какое-то расстояние по параллели до точки передней поверхности 10 мишени вещества, в противном случае принимается решение о переходе к следующему этапу. В блоке 22 принимается решение о возврате к этапу 18 для установки расстояния до точки внутри мишени вещества 3 в том случае, если имеется еще какое-то расстояние до точки внутри вещественной мишени 3, а в противном случае принимается решение о переходе к следующему этапу.

После завершения системой всего процесса выполняется сохранение данных, как показано в блоке 23 на этапе сохранения данных, полученных от плоскости. В блоке 60 принимается последнее решение о возврате к этапу 17 для установки высоты плоскости в том случае, если имеется еще какая-то плоскость. В противном случае в блоке 25 система изменяет структуру потока излучения сетки ограничителя, поляризующей поток излучения.

Далее с помощью специальных ссылок на фиг. 5 будут описаны остальные этапы для того, чтобы показать процесс генерации структуры потока, по меньшей мере, одной ячейки 15, осуществляемый с помощью решетки 1, изменяющей поток излучения.

В блоке 26 открывается файл плоскости. В блоке 27 устанавливается точка высоты источника излучения, а в блоке 28 - установка расстояния по параллели до точки передней поверхности 10 источника излучения.

После этого в блоке 29 определяются местоположения ограничительных пластин 4, 5 на решетке 1, поляризующей поток излучения. В этой точке процесса система начинает тестиро-

вание на ослабление и нарастание. В блоке 30 система определяет траектории, распространяясь по которым фотоны сталкиваются с местоположениями ограничительных пластин. Если траектория фотона 7 сталкивается с ограничительными пластинами 4, 5, то система умножает коэффициент ослабления на траектории фотонов, ослабляемых при прохождении ограничителя в блоке 31. Конечно, при отсутствии препятствий, как, например, на траектории фотона 6, система переходит к следующему ограничителю, как это показано в блоке 32.

Как было уже отмечено, процесс выполнения системой операций начинает принимать несколько решений. Во-первых, в блоке 33 принимается решение о возврате к этапу 28 установки расстояния по параллели до точки передней поверхности источника излучения 2, в случае определения наличия какого-то еще расстояния по параллели до точек передней поверхности источника излучения, а в противном случае принимается решение о переходе к следующему этапу.

Далее, в процессе выполнения системной последовательности операций проверяется наличие в блоке 34 каких-либо дополнительных точек высоты источника излучения, и при их наличии система возвращается к блоку 27 для установки высоты источника излучения, а в противном случае система переходит к следующему этапу.

В блоке 35 выполняется сохранение данных и система генерирует структуру потока для, по меньшей мере, одной ячейки 15 решетки 1, поляризующей поток излучения.

Представленная на фиг. 6 схема последовательности операций очень сходна со схемой, показанной на фиг. 5, и одни и те же операции имеют одинаковые числа. Отличающиеся этапы относятся к принципу генерирования структуры потока для одной ячейки 15 без использования решетки 1, изменяющей поток излучения. Соответственно, в блоке 16 выполняется определение параметров с бесконечно малыми коэффициентами так, что имеется видимость устранения пластин ограничителя 4,5 решетки 1, поляризующей поток излучения.

Поскольку в этом месте цель заключается в том, чтобы дать видимость устранения решетки, то в блоке 36 в ходе выполнения системной последовательности операций определяются траектории излучения 6, 7, которые сталкиваются с местоположениями ограничителя. При появлении признака траектории столкновения 7 выдается сообщение об ошибке. Конечно, система пытается не допустить столкновения для того, чтобы перейти к следующему этапу. Представленная на фиг. 5 и 6 системная последовательность операций содержит данные, которые необходимо сохранить. Эти данные используются в системной последовательности операций, описываемой со ссылками на фиг. 7 и 8. Другими словами, генерируется сравнение. Одна системная последовательность операций имеется для решетки, фиг. 5, 7, 9 и 11, а другая - с видимостью отсутствия ограничителей, фиг. 6, 8, 10 и 12.

Как показано на фиг. 7, системная последовательность операций генерирует структуру

полного потока по расположению ряда ячеек в горизонтальном направлении. Структура потока не интегрируется в вертикальном направлении. Другими словами, она имеет вид одного горизонтального линейного источника, а не дискового источника для каждой плоскости по двум осям. Схема последовательности операций на этапе 17 сочетает элементы или данные, получаемые из фиг. 5 и 6. Таким образом, в блоке 17 установка высоты плоскости с данными осуществляется от, по меньшей мере, одной ячейки 15, либо с помощью решетки 1 потока излучения, либо не используя решетку 1 потока излучения.

Здесь снова одинаковые данные и этапы обозначены одними и теми же числами. В этом месте данные считываются из ячейки 15, поэтому в блоке 37 системная последовательность операций считывает данные о расстоянии до точки параллельно ячейки передней поверхности вещества, а в блоке 38 системная последовательность операций считывает данные о расстоянии до точки внутри ячейки вещества.

И здесь имеются несколько блоков принятия решения. В первом из них принимается решение о возврате к этапу 38 для установки расстояния до точки внутри ячейки вещества в том случае, если в блоке 39 имеется еще какое-то расстояние до точек внутри ячейки вещества, в противном случае принимается решение о переходе к следующему этапу. В блоке 40 принимается решение о возврате к этапу 37 для установки данных о расстоянии по параллели до точки ячейки передней поверхности вещества, в том случае, если в процессе системной последовательности операций будет определено, что имеются данные о еще каком-то расстоянии по параллели до точек ячейки передней поверхности вещества, а в противном случае принимается решение о переходе к следующему этапу.

В этой точке выполняется ряд коррекций для того, чтобы системная последовательность операций в блоке 41 начала выравнивание каждой точки ячейки и мишени.

Как уже отмечалось ранее, эти данные запоминаются, блок 23а, и генерируется полная структура потока на основе расположения каждой точки ячейки в горизонтальном направлении.

Как показано на фиг. 8, эта схема последовательности операций сходна со схемой, представленной на фиг. 7, за исключением того, что в блоке 17 установка высоты плоскости выполняется по данным, получаемым от, по меньшей мере, одной ячейки 15. Сетка 1 устранялась по видимости, поскольку отсутствовала зависимость от перекрытия источника.

На фиг. 9 приведена схема последовательности операций, отражающая процесс генерации полной структуры потока для дискового источника на основе результатов, полученных из схемы последовательности операций, показанной на фиг. 8, путем вертикального интегрирования плоскостей составляющих.

Таким образом, в блоке 42 процесс начинается с установки плоскости с данными ячейки, полученными от выборок, основанных на высоте ограничителя, включая любое перекрытие.

В блоке 43 необходимо принять решение о возврате к этапу 42 для установки плоскостей с данными ячейки в том случае, если имеются какие-то еще плоскости с данными ячейки, а в противном случае принимается решение о переходе к следующему этапу. Эти данные сохраняются в блоке 23а и системная последовательность операций заканчивает генерирование полной структуры потока для источника излучения 2 путем вертикального интегрирования плоскостей.

Фиг. 10 сходна с фиг. 9 в том, что изменение потока излучения кроме того содержит этап 42 установки плоскости с данными ячейки, полученными от выборок, основанных на высоте ограничителя, а в блоке 43 принимается решение о возврате к этапу 42 установки указанной плоскости с данными ячейки в том случае, если имеются еще какие-то плоскости с данными ячейки, а в противном случае принимается решение о переходе к следующему этапу. Эти данные также сохраняются и генерируется полная структура потока для источника излучения без решетки.

На фиг. 13-17 приведены результаты моделирования для обсуждаемых схем последовательностей операций. Каждый результат приведен для случая с решеткой 1 в качестве компонента устройства, а также без решетки для сравнения.

Фиг. 11 и 12 несколько сходны. Приведенная на фиг. 11 схема последовательности операций получена по данным процесса, показанного на фиг. 9 и генерирует окончательную трехмерную структуру потока с учетом вклада всех четырех двумерных дисковых источников. Представленная на фиг. 12 схема последовательности операций использует данные, полученные из схемы последовательности операций, показанной на фиг. 10, и генерирует подобную трехмерную структуру потока.

На фиг. 13а и 13б представлен поток от одной ячейки через гипотетические плоскости по мере их вертикального перемещения от плоскости, на которой располагается точечный источник. Каждая плоскость находится на одном интервале ячейки (высота) от предыдущей плоскости. Следует отметить, что ширина каждой плоскости простирается за границы ширины вещества. Это сделано для того, чтобы приблизить позиционирование ячеек к их экстремальному положению. Это также соответствует высоте диаграммы (вертикальные плоскости выходят за высоту вещества). В основе этих иллюстраций лежат рисунки 5 и 6.

На фиг. 14а и 14б представлено распределение потока горизонтального линейного источника, вычисленное с помощью схем последовательности операций, показанных на рисунках 7 и 8. Вертикальный компонент еще не добавлен.

На фиг. 15 представлено распределение потока двумерного дискового источника, вычисленного по схемам последовательностей операций, приведенным на фиг. 9 и 10. Каждая плоскость включает в себя вклад других плоскостей.

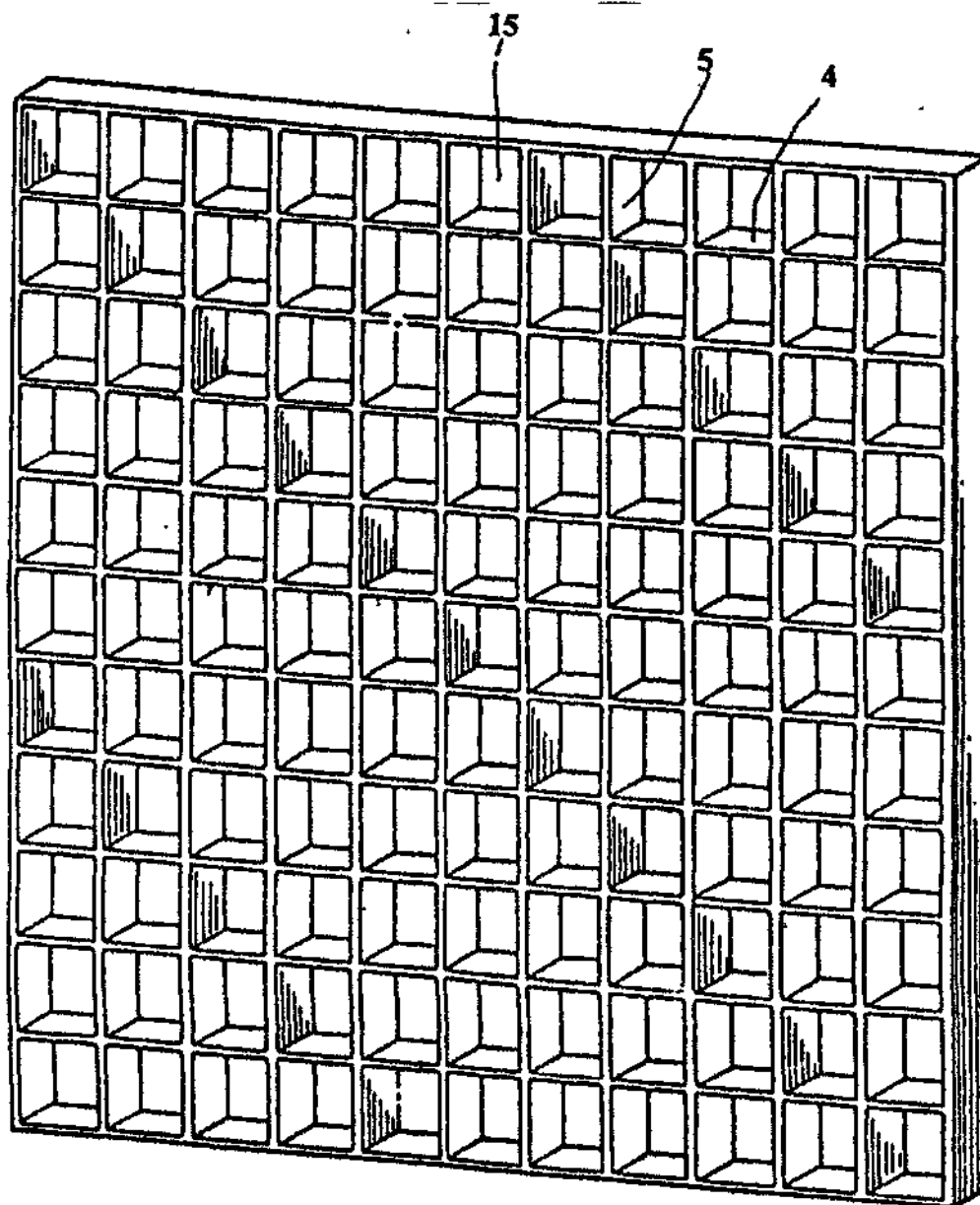
На фиг. 16 представлена структура полного потока вещества размерами 1219,2x1219,2x1219,2 мм (48x48x48 куб. дюймов), использующая ранее показанные параметры. Эти иллюст-

рации основаны на результатах, полученных с помощью схем последовательностей операций, показанных на фиг. 11 и 12. Каждая вырезка является представлением плоскости вещества, которая начинается в нижней плоскости, перемещаясь в направлении к центральной плоскости. Можно интерполировать плоскости выше средней плоскости на основе симметрии с нижней половиной вещества (поверхностный разрез).

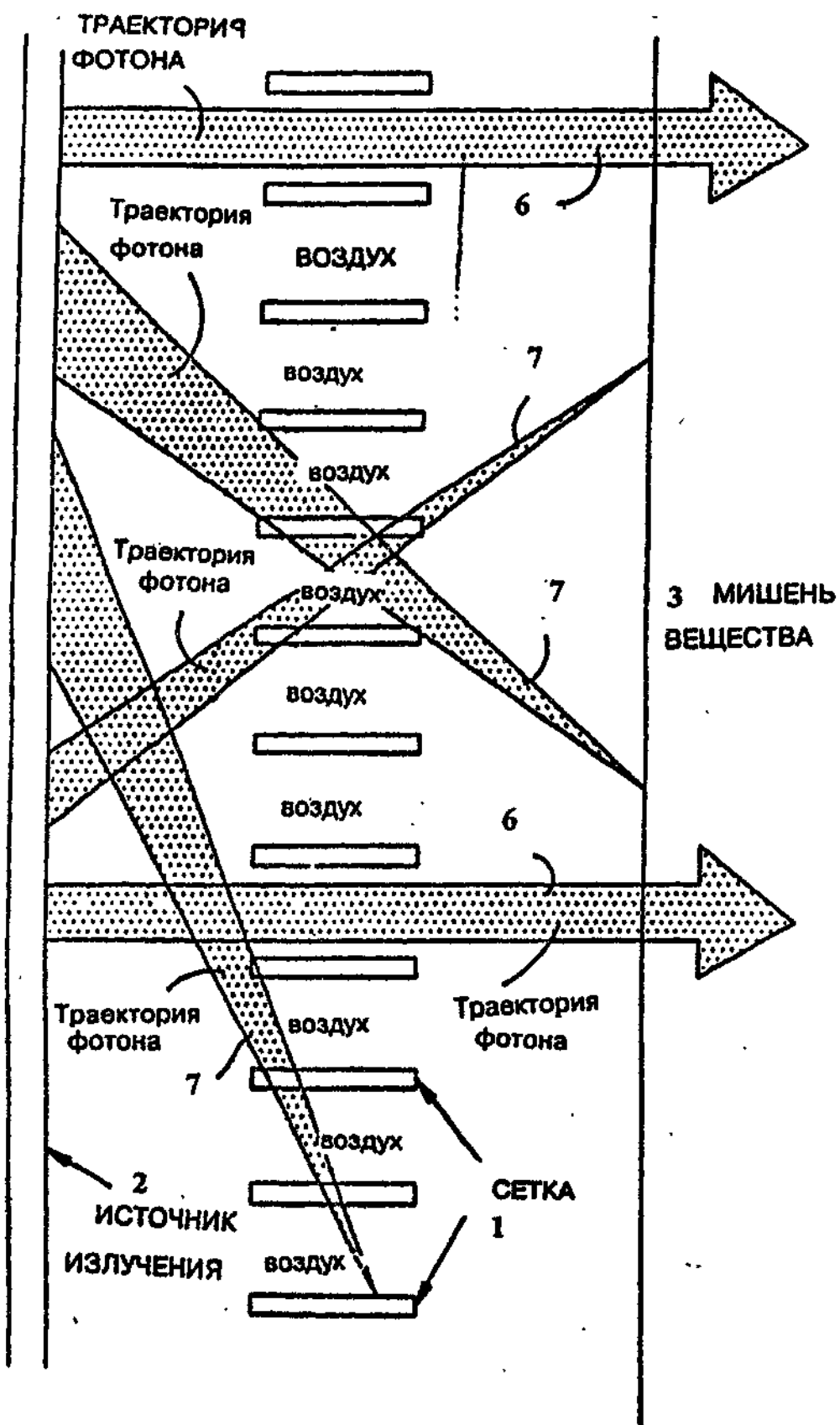
На фиг. 17 представлены те же результаты, что и на рисунках 16, но только в формате контурной диаграммы.

Несмотря на то, что вышеприведенное описание содержит много специфических особенностей, оно не должно истолковываться как

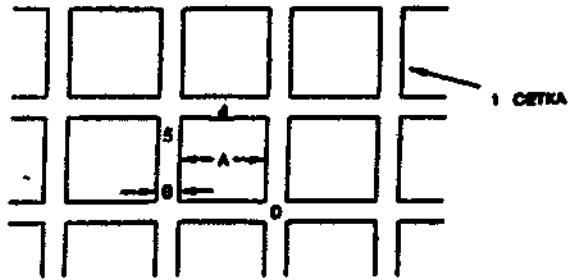
ограничение объема изобретения, а, скорее, служит примером одного предпочтительного варианта осуществления этого изобретения. Возможны и другие многочисленные варианты. Например, как показано на фиг. 4, может использоваться любое количество других геометрий ячеек решетки, а также их сочетания. Эти геометрические структуры могут располагаться вертикально или горизонтально, а может оказаться желательным использовать неоднородные структуры, например, с переменным интервалом, толщиной элементов или углов решетки. Поэтому, объем изобретения должен определяться не представленными здесь вариантами осуществления, но прилагаемыми здесь пунктами формулы изобретения и их законными эквивалентностями.



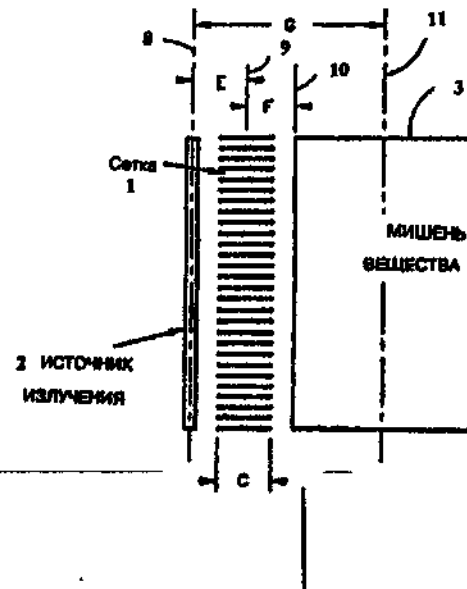
Фиг. 1



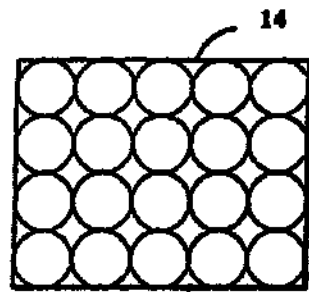
Фиг. 2



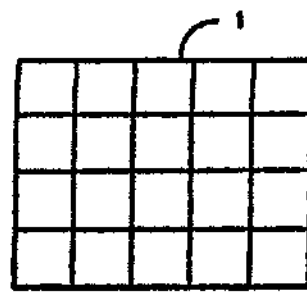
Фиг. 3а



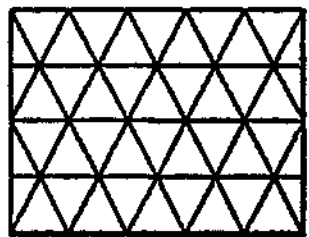
Фиг. 3б



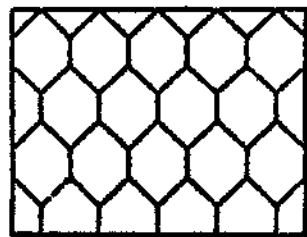
КРУГЛАЯ



ПРЯМОУГОЛЬНАЯ

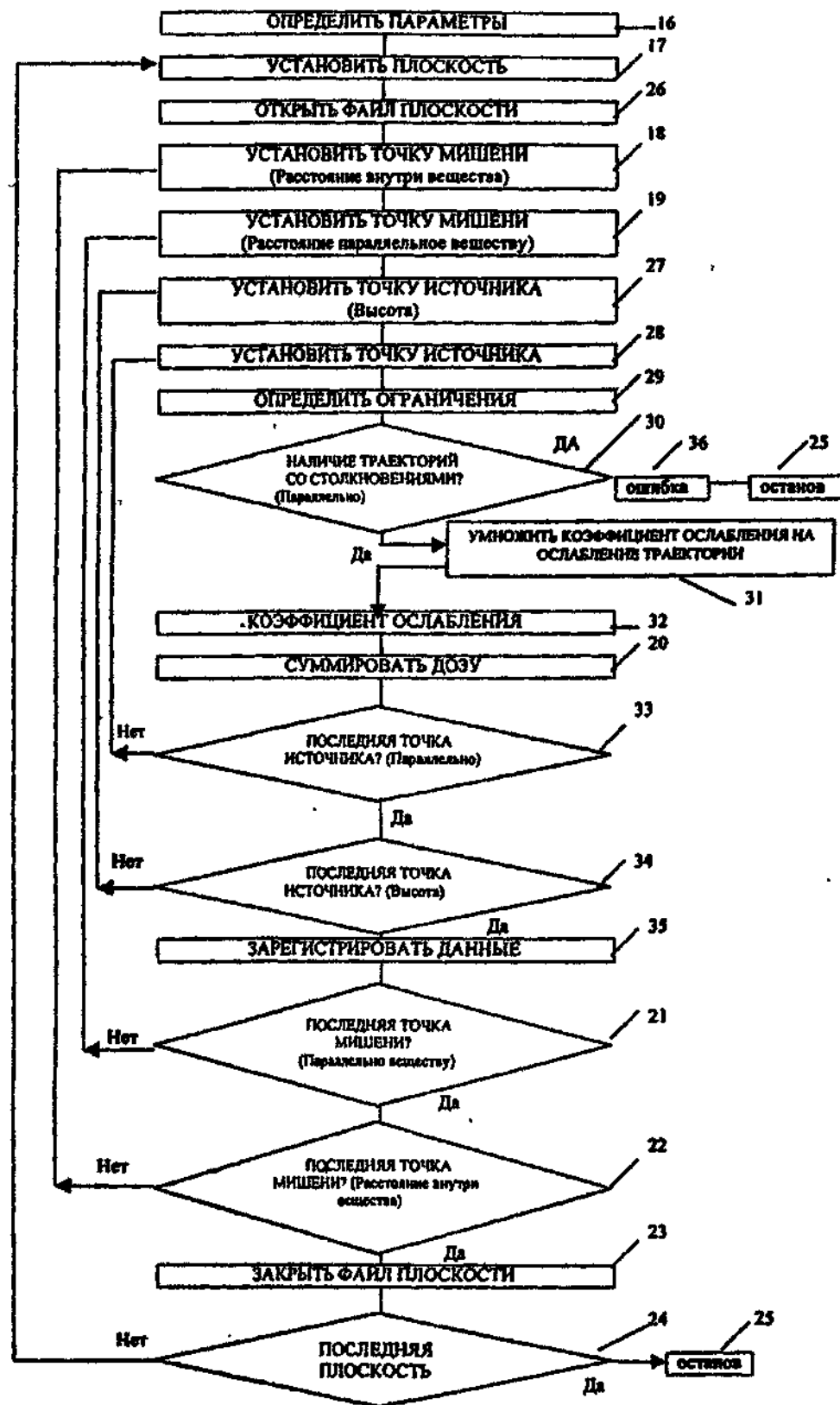


ТРЕУГОЛЬНАЯ

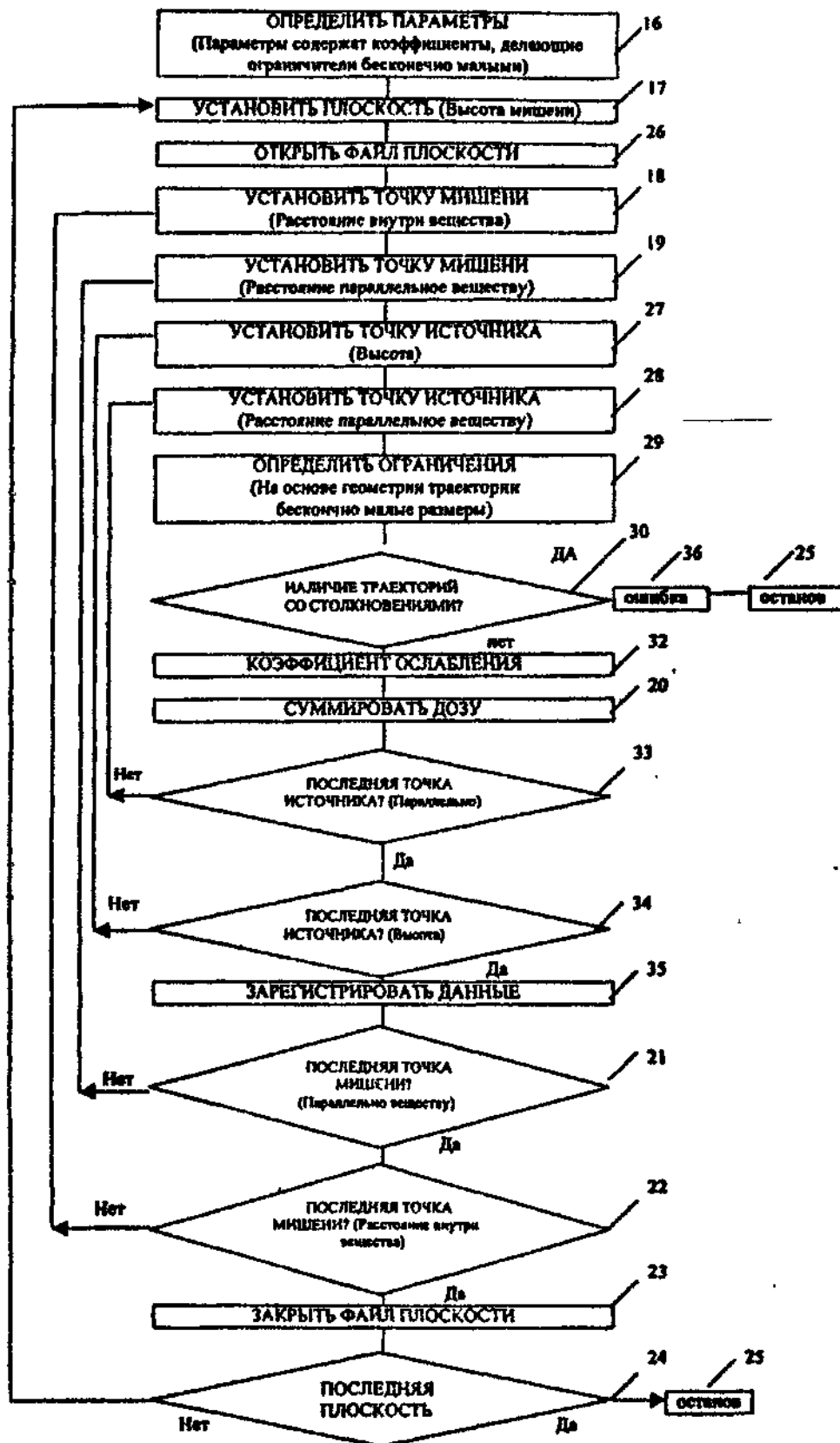


ШЕСТИУГОЛЬНАЯ

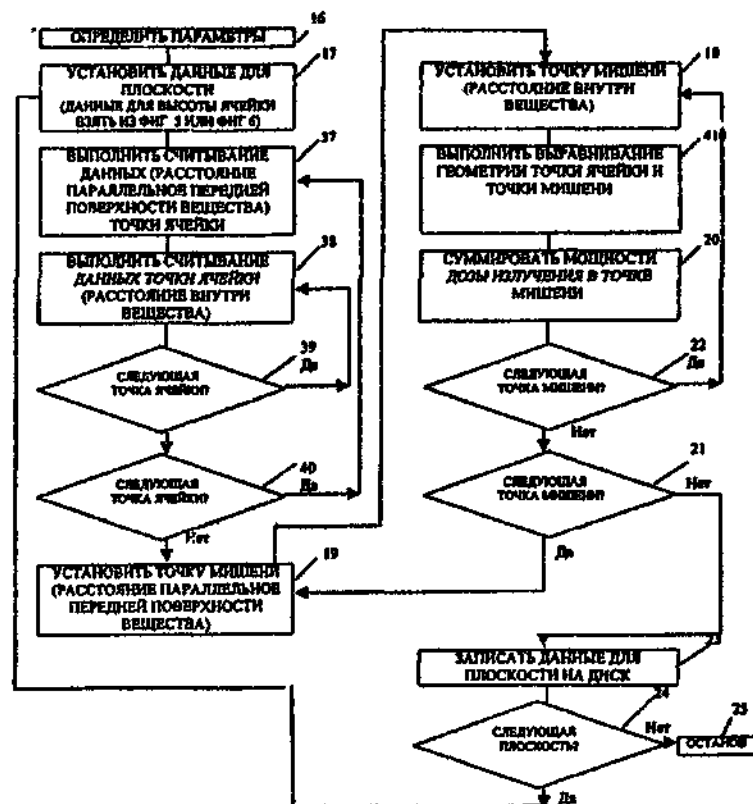
Фиг. 4



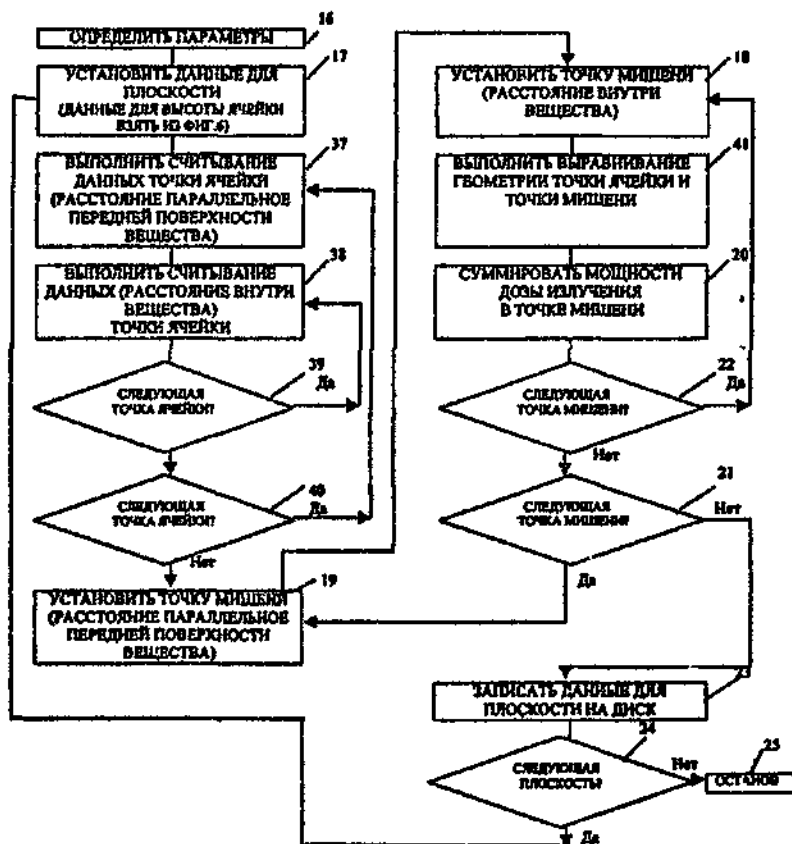
Фиг. 5



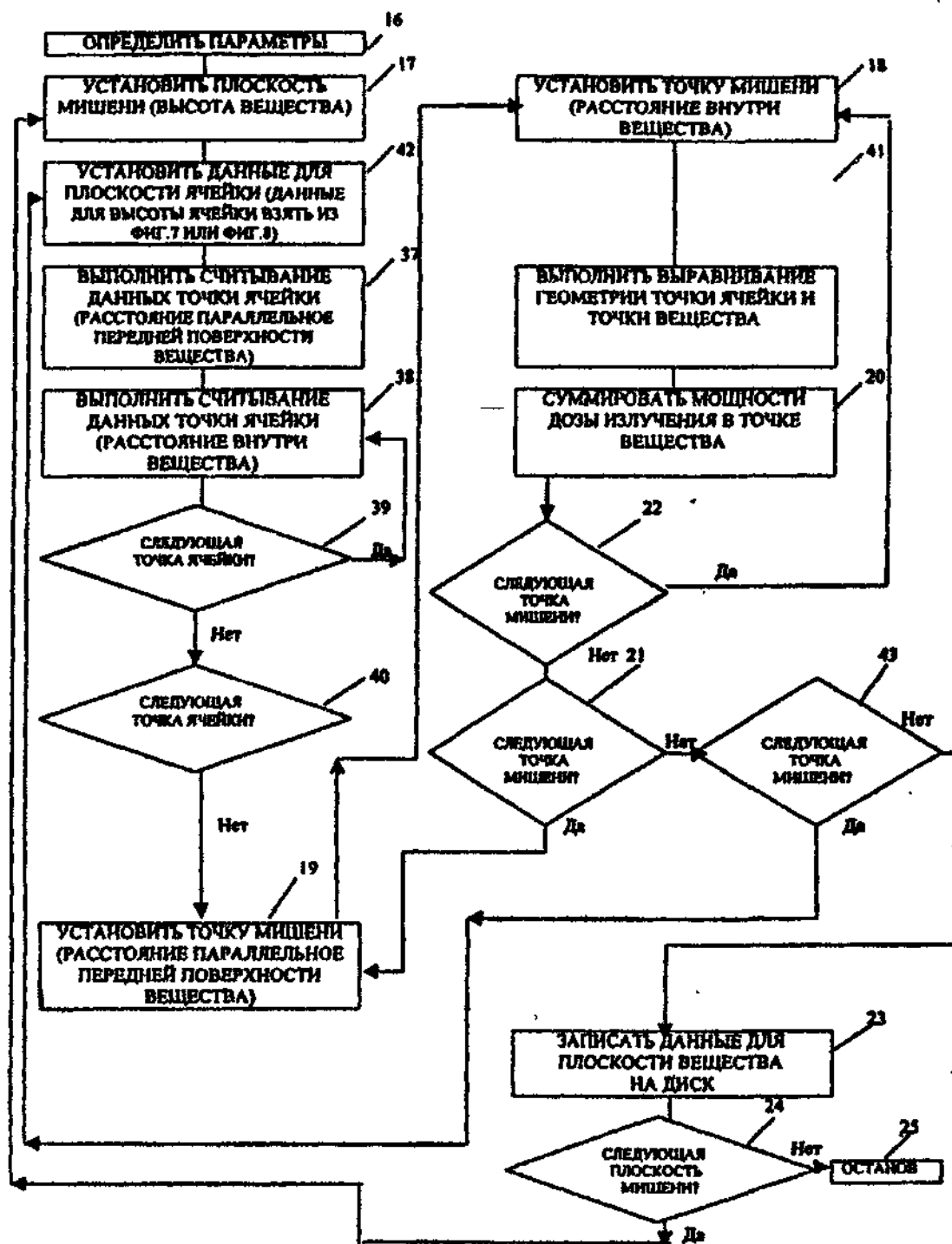
Фиг. 6



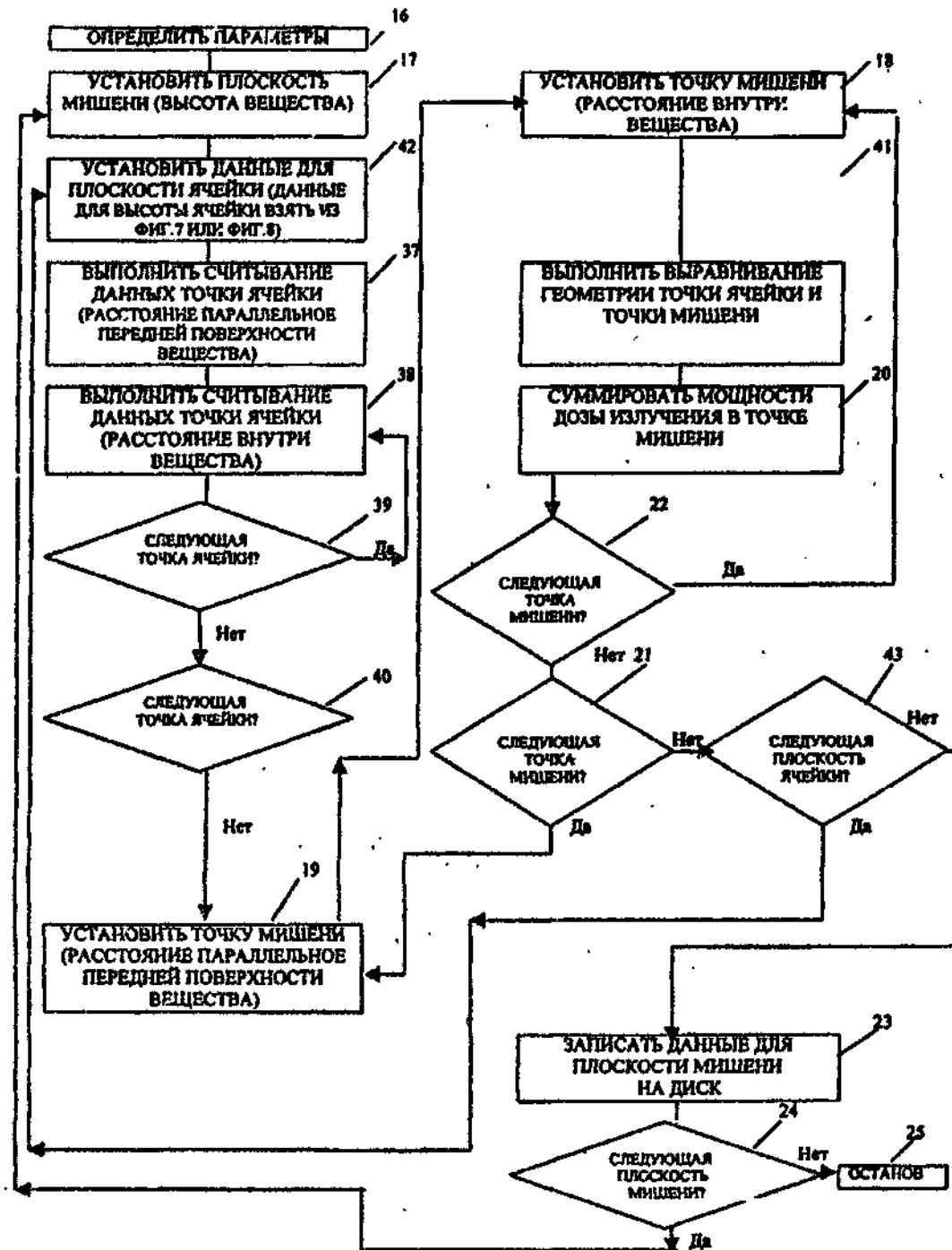
Фиг. 7



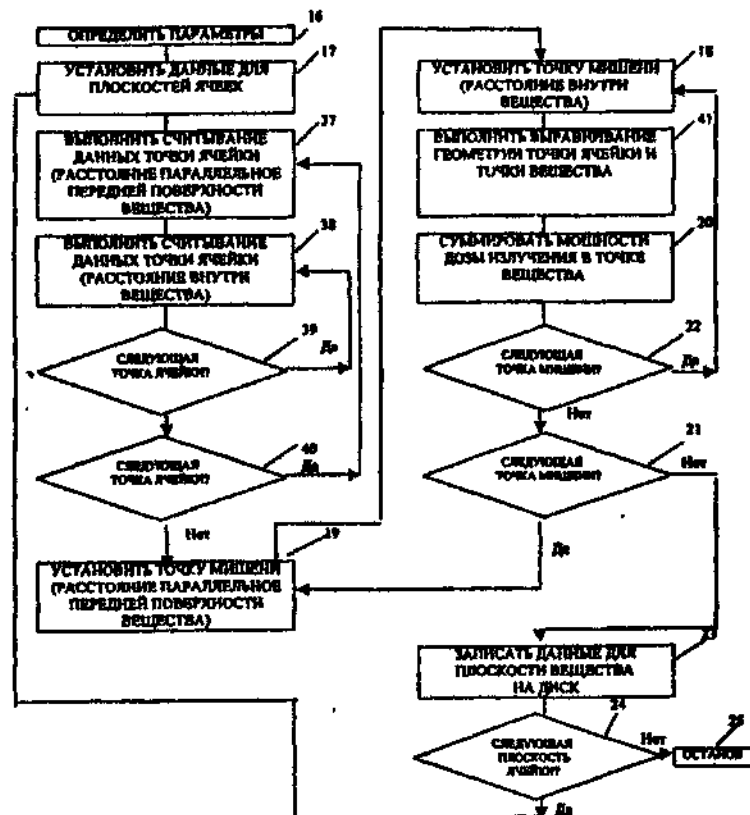
Фиг. 8



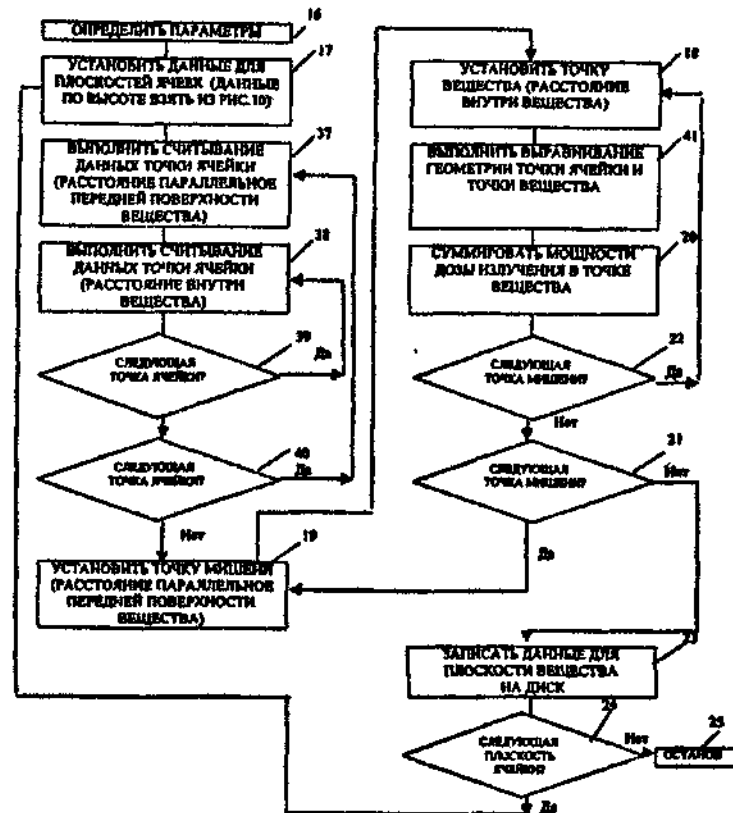
Фиг. 9



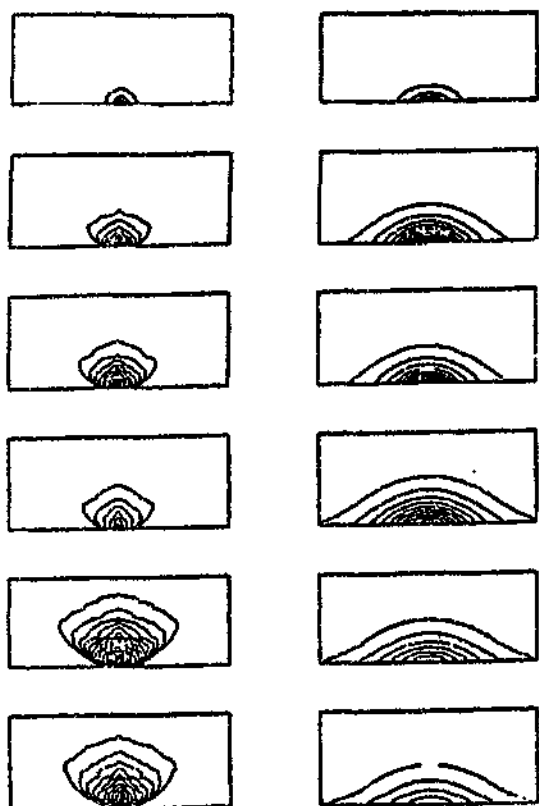
Фиг. 10



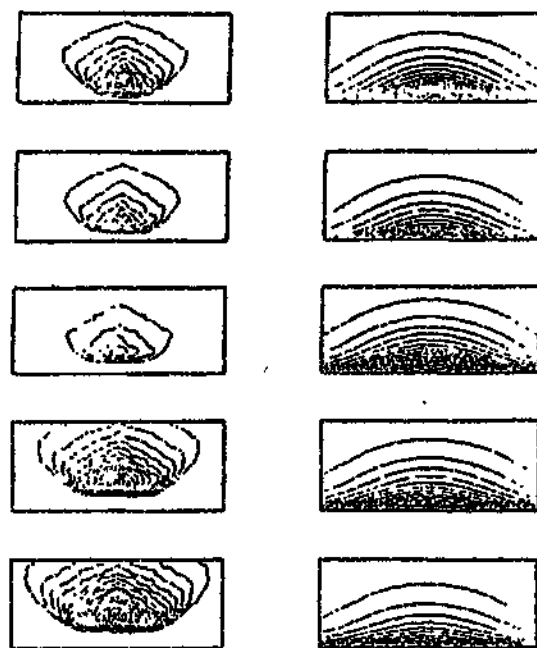
Фиг. 11



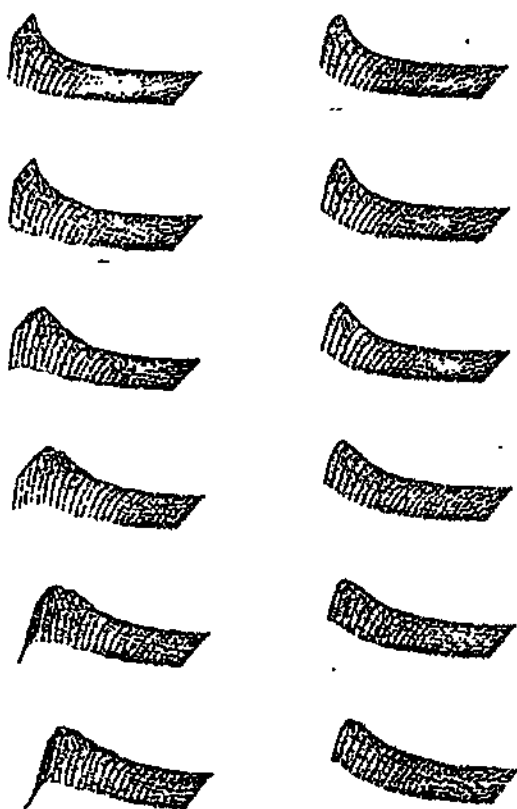
Фиг. 12



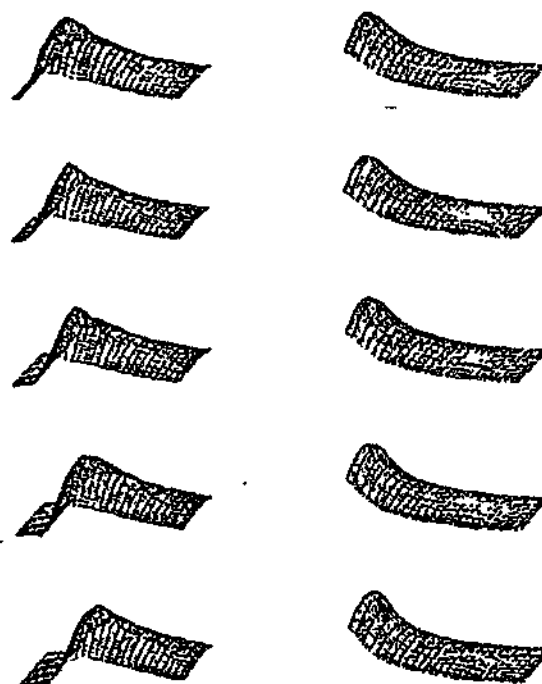
Фиг. 13а



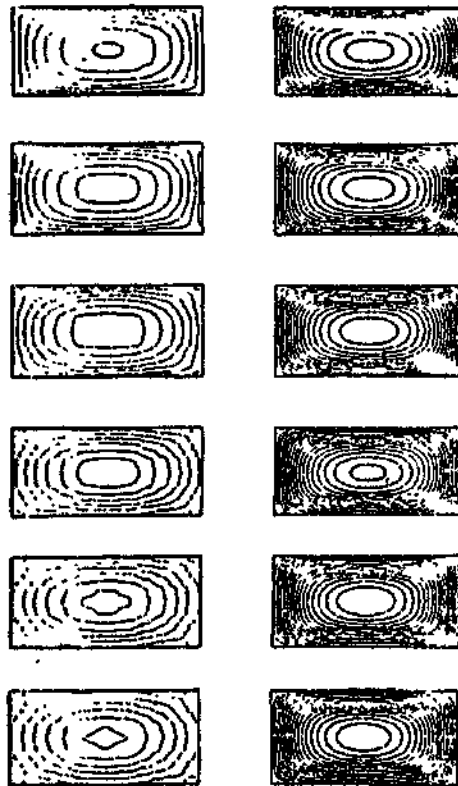
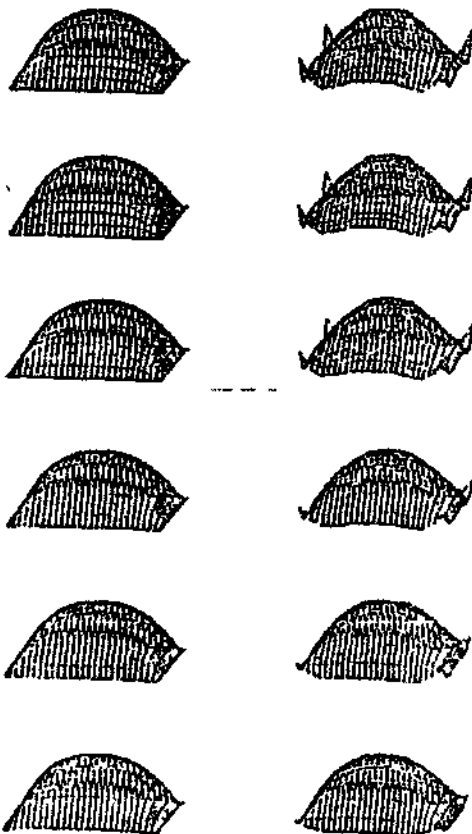
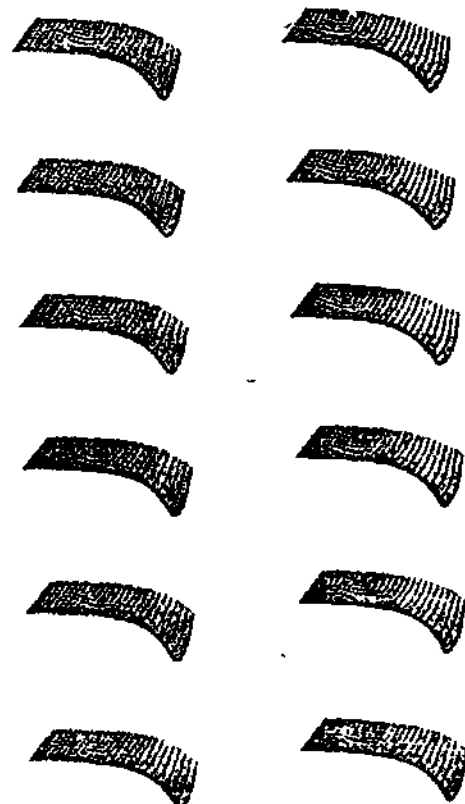
Фиг. 13б



Фиг. 14а



Фиг. 14б

$\Phi_{NL. 17}$  $\Phi_{NL. 16}$  $\Phi_{NL. 15}$ 

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
