

Лазерное сканирующее устройство относится к медицинской технике в частности, к устройствам лазерной терапии и может быть использовано в физиотерапии.

Известны лазерные устройства [1] для лазерной терапии, включающие лазерный излучатель, источник питания и лазерный световод. Недостаток данных устройств - низкая производительность, малые функциональные возможности применения, обусловленные тем, что излучение направляется на отдельные участки тела через гибкий световод, перемещаемый вручную.

Известно лазерное устройство (прототип) [2], включающее лазерный излучатель, источник питания и таймер. Недостатки данного устройства - низкая производительность при последовательном облучении отдельных участков тела больного, сложность позиционирования луча, неравномерность облучения участков тела, малые функциональные возможности при применении, обусловленные тем, что вся энергия лазерного излучения одновременно воздействует на большую поверхность тела больного, отклонение луча осуществляется вручную.

Задачей изобретения является повышение производительности при последовательном облучении отдельных участков тела больного, повышение точности позиционирования луча, устранение неравномерности облучения поверхности, расширение функциональных возможностей при применении.

Поставленная задача достигается тем, что в устройстве, включающем лазерный излучатель, источник питания, световод и таймер, дополнительно введены оптический дефлектор с оптикоэлектронным датчиком амплитуды угла отклонения зеркала, устройство плавной регулировки диаметра луча, коти́ровочный узел, светопровод, электронный затвор, блок переключения мощности лазерного излучения, блок управления программируемый, видеомонитор, пульт управления, столик.

Общий вид лазерного сканирующего устройства показан на фиг.1. Конструкция оптического дефлектора представлена на фиг.2. Конструкция оптико-механического блока изображена на фиг.3, 4. Структурно-функциональная схема блока управления программируемого выполнена на фиг.5. Принцип работы оптико-электронного датчика амплитуды угла отклонения зеркала проиллюстрирован на фиг.6а, б.

Предложенное лазерное сканирующее устройство включает: оптический дефлектор 1, оптико-механический блок 2, столик 3 с четырьмя колесами 4, два кронштейна 5, пульт управления 6, блок управления программируемый 7, видеомонитор 8.

Перечисленные выше конструктивные элементы выполнены следующим образом: оптический дефлектор 1 представляет собой двухкоординатное устройство управления лазерным лучом в пространстве, состоящее из двух зеркал 9, 10, закрепленных на подложках 11, 12, установленных в подшипниковых подвесах, включающих шарикоподшипники 13, оси-винты 14, и прокачиваемых с помощью электромагнитного привода на угол до $\pm 5^\circ$ относительно нейтрального положения.

Подложки 11, 12 с зеркалами 9, 10, составляющие подвижные узлы, выполнены таким образом, что ось вращения каждого подвижного узла совпадает с его центром масс и с отражательной поверхностью зеркала. Каждый подвижный узел уравновешен в нейтральном положении при помощи пары цилиндрических пружин 15 с регулируемой жесткостью, расположенных симметрично относительно оси вращения зеркала. Векторы силы пружин каждой пары параллельны, направлены в одну сторону и перпендикулярны плоскости отражательной поверхности зеркала. В нейтральном положении отражающие поверхности зеркал 9, 10 ориентированы под углом 45° , как рабочие грани пентапризмы, что позволяет получить угол 90° между входящим и выходящим лазерным лучом. Электромагнитный привод состоит из пары постоянных магнитов 16, закрепленных на подложках 11, 12 симметрично относительно оси вращения и сориентированных противоположными полюсами к поверхности подложки, и пары электромагнитов, установленных против каждого постоянного магнита, включающих цилиндрические сердечники 17 из магнитомягкого материала с полюсными наконечниками, обращенными к постоянным магнитам 16, и электрообмотки 18, соединенные между собой последовательно, а также имеющие одинаковую полярность. Сердечники 17 одновременно являются элементами крепления каркаса электрообмоток 18, установленных на пластинах 19. Пружины 15 крепятся к пластинам 19 с помощью фиксаторов 20. Оптико-электронный датчик амплитуды угла отклонения зеркала смонтирован в корпусе 21.

Подвижные растры 22 закреплены на удаленных от оси вращения торцах зеркал 9, 10. Неподвижные растры 23 установлены параллельно подвижным растрам с зазором 0,5мм в нейтральном положении зеркал. Излучатель (светодиод) 24 и фотоприемник 25, оптические оси которых расположены в плоскости, перпендикулярной рабочей поверхности растров 22, 23, зафиксированы в корпусе 21. Растры представляют собой стеклянные пластинки с чередующимися прозрачными и непрозрачными полосами. Шторка 26 закрывает выходное окно оптического дефлектора и закреплена на оси. Все элементы оптического дефлектора расположены в корпусе 27, имеющем форму пентапризмы с фрезерованными окнами и выполненными высокоточными резьбовыми отверстиями для крепления подшипниковых подвесов зеркал 9, 10. Декоративные крышки 28, 29, 30 с помощью винтов установлены на трех гранях корпуса 27. На крышке 29 смонтирован разъем 31, к которому подсоединены провода электрообмоток 18 и датчиков амплитуды угла отклонения зеркала. На отражательные поверхности зеркал 9, 10 напылено интерференционное покрытие с максимальным коэффициентом отражения $\rho = 0,98$ для требуемой длины волны лазерного излучения и определенного угла падения лазерного луча.

Оптико-механический блок включает лазерный излучатель 32, который с помощью хомутов закреплен в кожухе 33, изготовленном из профиля прямоугольного сечения. К торцевой поверхности лазерного излучателя 32 с помощью винтов крепится на плате 34 электронный затвор, включающий электромагнит 35 и непрозрачную шторку 36, соединенную с сердечником электромагнита через систему тяг. В кожухе 33 также

размещен переключатель направления луча, смонтированный в корпусе 37, который крепится к кожуху 33 с помощью винтов. Поворотное зеркало 38 вклеено в оправу 39, установленную на оси. В отверстии эксцентрика 40 с возможностью свободного перемещения вмонтирован пружиненный цилиндрический толкатель 41 со сферической головкой. Котировочный винт 42 упирается в плоскость оправы 39. Эксцентрик 40 закреплен в корпусе 37 с возможностью вращения вокруг своей оси и соединен с ручкой 43. Узел ввода лазерного излучения в световод состоит из чашки 44 со сферической поверхностью, сопряженной с поверхностью цанги 45, которая прижимается к чашке 44 с помощью гайки 46. В осевом отверстии цанги 45 резьбовым кольцом 47 закреплена короткофокусная линза 48. На цангу 45 навинчены последовательно диск 49 с котировочными винтами 50 и накидная гайка 51, имеющая рифление по образующей поверхности. Узел плавной регулировки диаметра луча представляет собой систему из двух линз 52 и 53. Линза 53 закреплена в оправе 54 резьбовым концом 55. В оправу 54 ввинчены диаметрально противоположно оси 56, которые входят в зацепление с вилкой 57. Вилка 57 соединена с вращающейся осью 58. На ось 58 насажена ручка 59 и зафиксирована стопорным винтом. Линза 52 установлена в оправе 60 и зафиксирована резьбовым кольцом 61. Оправа 54 установлена в оправе 60 с возможностью безлюфтового перемещения. Оправа 60 соединена винтами с трубой 62. Узел юстировки включает втулку 63 с четырьмя юстировочными болтами 64. Втулка 63 при помощи резьбы соединена с трубой 62. Пластина 65 с юстировочными винтами 66 базируется на основании 67. Опора 68 прижимается к основанию 67 болтами 64. Узел юстировки закрыт декоративной крышкой 69, которая фиксируется гайкой 70. Дискретный переключатель мощности лазерного излучения смонтирован в корпусе 71, который через переходную втулку 72 соединяется с трубой 62. Обойма 73 имеет форму диска с четырьмя сквозными отверстиями, три из них - резьбовые, в которых закреплены резьбовыми кольцами 74 интерференционные светофильтры 75 с различными коэффициентами пропускания для лазерного излучения ($\tau_1 = 25\%$; $\tau_2 = 50\%$; $\tau_3 = 75\%$). По образующей диска обоймы нанесено рифление и отфрезерованы четыре площадки (против каждого отверстия) с маркировкой значений коэффициента пропускания для светофильтров в процентах от максимальной мощности лазерного излучения (25%, 50%, 75%, 100%). Обойма выполнена совместно с шариковым фиксатором и установлена на оси 76. Фторопластовая втулка 77 обеспечивает безлюфтовое вращение обоймы 73 относительно оси 76. Переходник 78 соединен с корпусом 71 и светопроводом 79. Соединения уплотнены фторопластовыми кольцами 80 и для предотвращения осевого смещения зафиксированы стопорными винтами 81. В переходнике 78 с помощью двух винтов и прижимной пластины крепится оправка 82 с интерференционным зеркалом 83. На свободном конце светопровода 79 установлен оптический дефлектор 1. Конструктивно оптико-механический блок 2, пульт управления 6, блок управления

программируемый 7 и видеомонитор 8 скомпонованы и закреплены на столике 3, имеющем возможность мобильного перемещения по опорной поверхности на четырех колесах 4, и являющемся несущей конструкцией лазерного сканирующего устройства.

Блок управления программируемый (БУП) функционально состоит из трех блоков: модуля питания 84, микроконтроллера 85 и цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) 86. Микроконтроллер 85 вместе с видеомонитором 8 и пультом управления 6 представляет собой одноплатную микро-ЭВМ. Модуль питания 84 включает блок питания лазерного излучателя и блок питания БУП. основными элементами ЦАП являются: таймер 87, приемо-передающие адаптеры 80, 89, формирователи синусоидального сигнала 90, 91, выходные преобразователи 92, 93, электронные регуляторы амплитуды 94, 95, усилители мощности 96, 97, 98, 99.

Описанное выше лазерное сканирующее устройство работает следующим образом: столик 3 на колесах 4 устанавливается в рабочей зоне, клавишами пульта управления 6 производится включение лазерного излучателя 32, блока управления программируемого 7, видеомонитора 8. Последовательными или одновременными поворотами светопровода 89 относительно оси корпуса 71, оптического дефлектора 1 относительно переходника 78 и относительно светопровода 79 лазерный луч позиционируют на предназначенную для облучения поверхность в произвольном направлении пространства. В выключенном состоянии электронный затвор закрыт, т.е. шторка 36 перекрывает лазерный луч. Затвор может работать как в ручном, так и в автоматическом режиме. Ручное включение или отключение электронного затвора производится нажатием соответствующей клавиши пульта управления. При включении затвора шторка 36 электромагнитом 35 выводится из зоны прохождения луча. В автоматическом режиме электронный затвор включается и выключается по сигналу таймера.

Лазерное сканирующее устройство может работать не только в режиме сканирования, но и с оптическим световодом, наконечник которого вводится в цангу 45 и фиксируется накидной гайкой 51.

Цанга 45 сферической поверхностью сопряжена с чашкой 44 и имеет возможность юстировки с помощью трех винтов 50, что позволяет совместить входной торец световода с фокусом линзы 48 для обеспечения ввода лазерного излучения с минимальными потерями. Зеркало 38 имеет два фиксированных положения с ориентацией отражательной плоскости параллельно оси лазерного излучателя 32 или под углом 45° к ней. Если плоскость зеркала 38 расположена параллельно оси лазерного излучателя 32, то луч через линзы 53, 52, интерференционный фильтр 75 и зеркала 83 попадает в оптический дефлектор 1. При повороте зеркала 38 на 45° лазерный луч изменяет направление на 90° и фокусируется линзой 48 на входной торец световода. Поворот зеркала 38 производится ручкой 43 через эксцентрик 40, толкатель 41 которого скользит по плоскости оправы 39, заставляя поворачиваться ее вокруг оси. Винт 42 позволяет производить юстировку зеркала 38. Вращением ручки 59, установленной на оси 58, соединенной с вилкой 57, которая входит в

зацепление с осями 56 производится плавное возвратно-поступательное перемещение оправы 54 с линзой 53 относительно оправы 60, что позволяет сфокусировать лазерный луч на необходимом расстоянии или регулировать его диаметр в пределах, зависящих от параметров телескопической системы, состоящей из линз 52, 53.

Юстировка телескопической системы, соединенной с трубой 62, которая закреплена в котиловочном узле, производится смещением трубы 62 в направлении, перпендикулярном оптической оси, и наклоном относительно центра сопрягаемой сферы опоры 68 и трубы 62. Центр сопрягаемой сферы совпадает с оптической осью и лежит в торцевой плоскости оправы 60. Горизонтальное смещение опоры 68 по плоскости основания 67 производится с помощью винтов 66. Заклон трубы 62 и ее фиксацию в необходимом положении позволяют выполнить болты 64. Вращая обойму 73, можно дискретно изменять мощность лазерного излучения. Интерференционные светофильтры 75 позволяют получить мощность 25%, 50%, 75% от ее максимального значения.

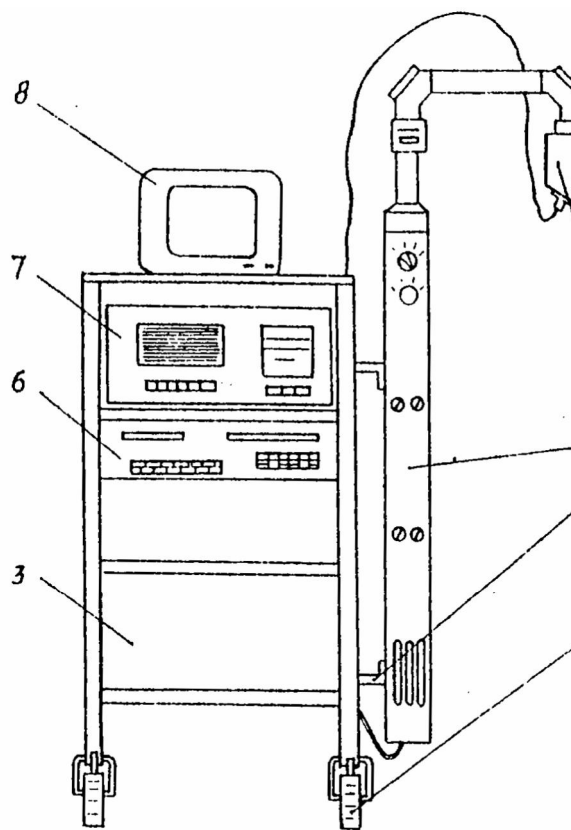
Оптический дефлектор 1 осуществляет двухкоординатное или однокоординатное сканирование сфокусированным лазерным лучом за счет его последовательного отражения от зеркал 9, 10, прокачиваемых с помощью электромагнитных приводов. Зеркала 9, 10 оснащены датчиками амплитуды угла отклонения для определения текущего углового положения зеркала и коррекции сигналов управления двухкоординатной разверткой. Излучение светодиода 24 проходит через прозрачные полосы неподвижного раstra 23 и попадает на подвижный растр 22. Если при смещении раstra 22 относительно раstra 23 прозрачные полосы обеих растров совпадают, излучение отражается от светлых полос раstra 22 и попадает на фотоприемник 25, если же происходит наложение темных полос растров, излучение поглощается и сигнал на фотоприемнике отсутствует. Таким образом при возвратно-поступательном движении раstra 22 на фотоприемнике 25 возникает синусоидальный сигнал, число периодов которого за одно отклонение соответствует текущему угловому положению зеркала. Направление движения зеркала определяется по сигналу управляющего электрического напряжения, подаваемого на электромагнитный привод оптического дефлектора. Сигналы с фотоприемников 25 через усилители мощности 98, 99 поступают на микроконтроллер 85 для сравнения с управляющим сигналом, подаваемым на оптический дефлектор 1. При появлении сигнала ошибки с датчика микроконтроллер 85 формирует сигнал коррекции, пропорциональный сигналу ошибки и через соответствующий канал цифро-аналогового преобразователя 86 выдает его на электромагнитный привод оптического дефлектора 1. Дефлектор дополнительно отклоняет лазерный луч на требуемый угол, устраняя рассогласование. Блок управления программируемый 7 выполняет оперативное управление режимами работы лазерного сканирующего устройства посредством пульта управления 6 и визуализации выбранного режима на экране видеомонитора 8. Модуль питания 84

обеспечивает запитку микроконтроллера 85 и цифро-аналогового преобразователя 85 необходимыми уровнями постоянного напряжения. Модуль также питает лазерный излучатель 32, видеомонитор 8 и оптико-электронные датчики амплитуды угла отклонения зеркала.

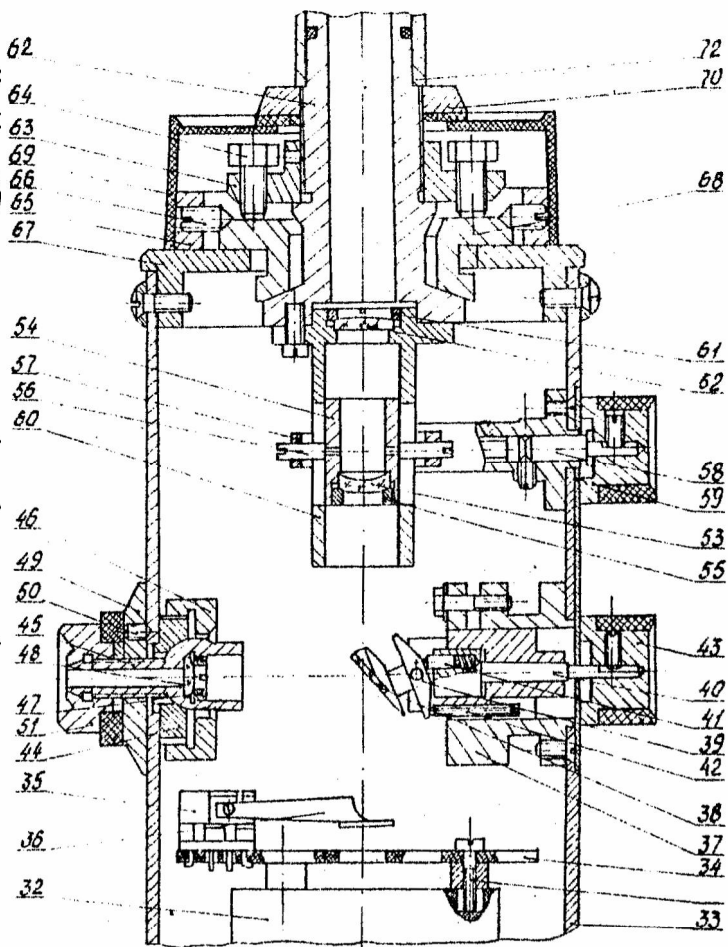
Микроконтроллер 85 выполняет функции микро-ЭВМ, имеющей постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) и оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), что определяет высокую оперативность управления лазерным сканирующим устройством. Центральное процессорное устройство микроконтроллера 85 обеспечивает арифметическую и логическую обработку информации в соответствии с программой, задающей последовательность и длительность режимов работы, форму сканирующей фигуры и траекторию ее перемещения по полю, а также характер и скорость движения лазерного луча или фигуры.

Цифро-аналоговый преобразователь 86 служит для формирования аналоговых (синусоидальных) сигналов управления и передачи их по двум независимым каналам на электромагнитные приводы зеркал 9, 10 оптического дефлектора 1 в соответствии с цифровой информацией, полученной из микроконтроллера 85.

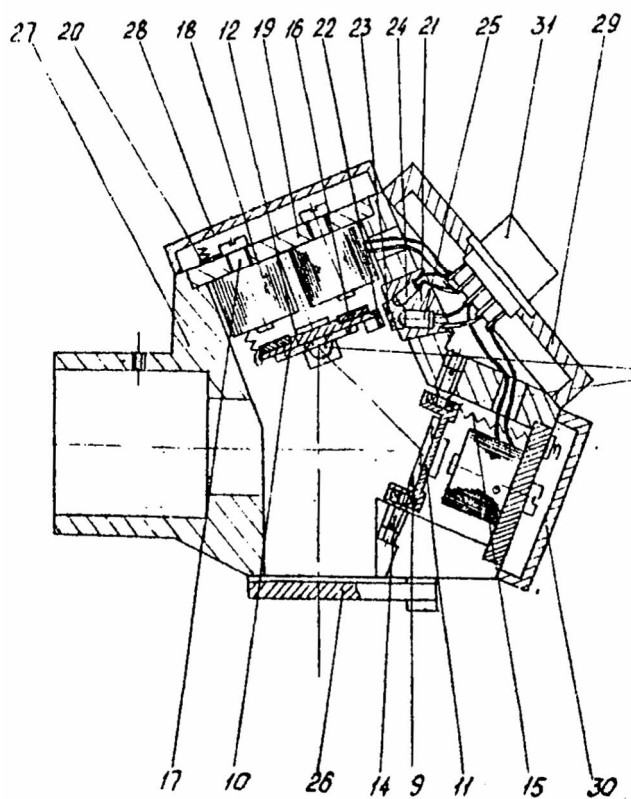
Таймер 87 работает в режиме выдачи непрерывной последовательности импульсов по двум каналам с программно изменяемой частотой следования импульсов в каждом канале. Формирователи синусоидального сигнала 90, 91 через выходные преобразователи 92, 93 и электронные регуляторы амплитуды 94, 95 синусоидального сигнала, ограничивающие его уровень в соответствии с цифровым кодом, полученным из приемо-передающих адаптеров 88, 89 подают сигналы управления на усилители мощности 96, 97, которые усиливают эти сигналы до величины, необходимой для управления оптическим дефлектором 1.



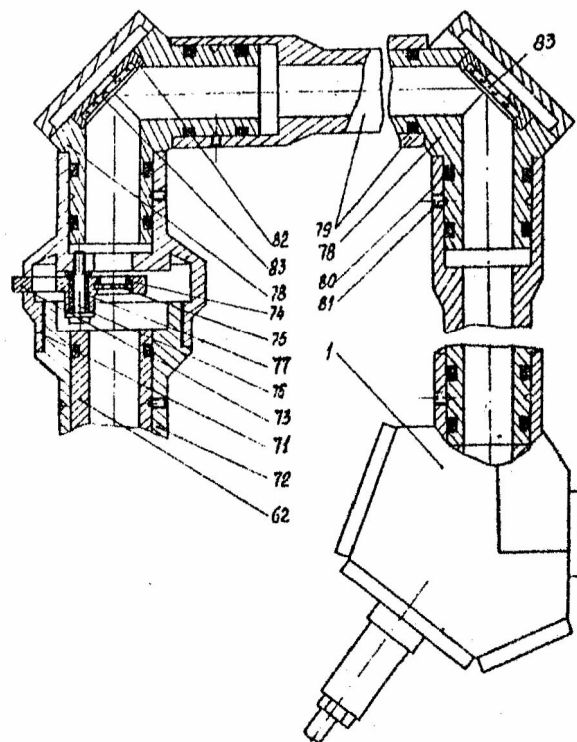
Фиг. 1



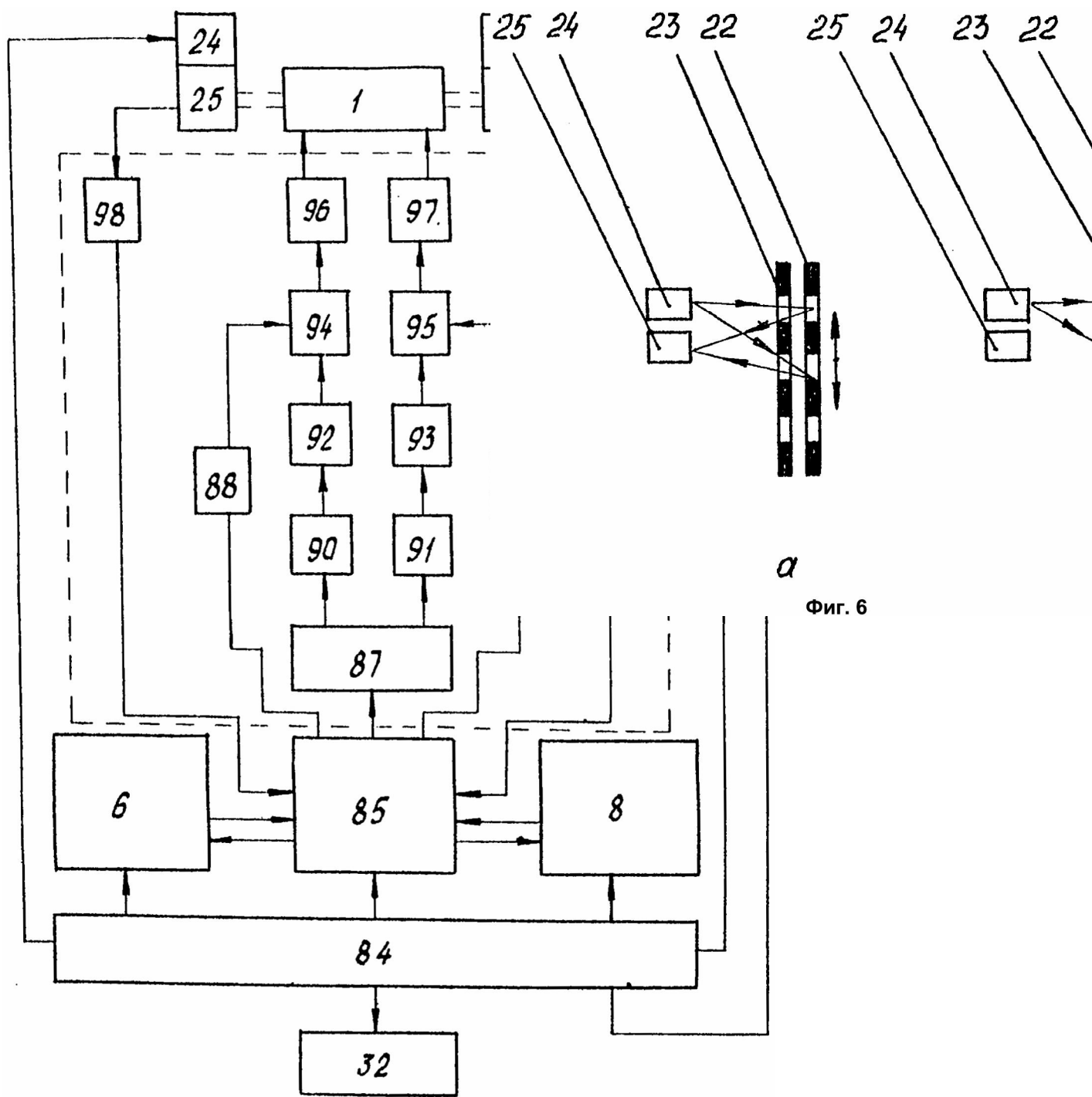
Фиг. 3



Фиг. 2



Фиг. 4



Фиг. 5

a

Фиг. 6