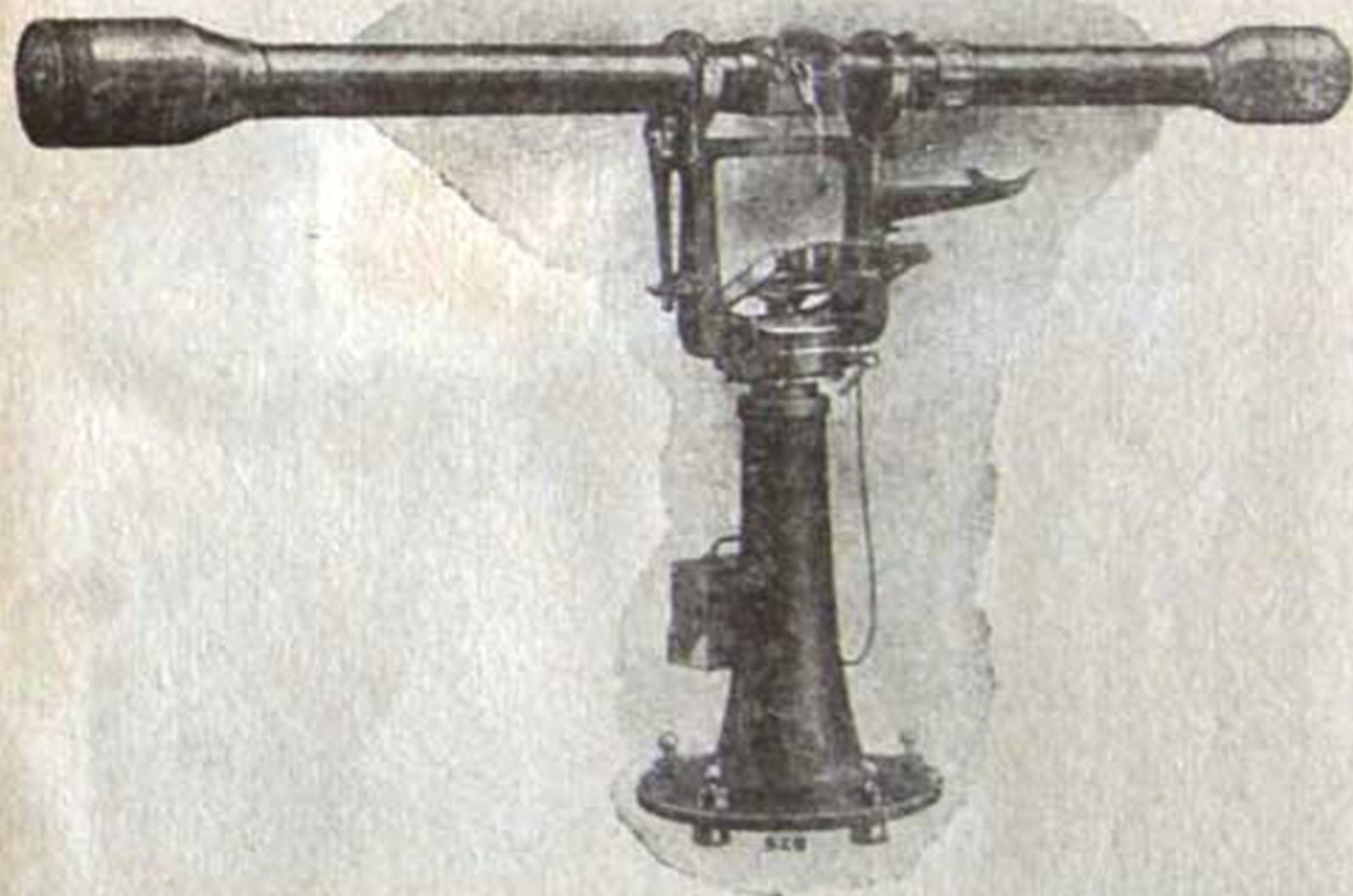


Д. С. ЛЕМТЮЖНИКОВ

ДАЛЬНОМЕРЫ

ТЕОРИЯ и УСТРОЙСТВО



Управление Военно-Морских Сил РККА
ЛЕНИНГРАД
1929.

Д. С. ЛЕМТЮЖНИКОВ

ДАЛЬНОМЕРЫ

ТЕОРИЯ и УСТРОЙСТВО

Управление Военно-Морских Сил РККА
ЛЕНИНГРАД
1929.

Дмитрий Сергеевич Лемтюжников.
ДАЛЬНОМЕРЫ. Теория и устройство.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Введение	
1. Типы оптических дальномеров, принятых во флоте	6

I Отдел—Монокулярные горизонтально-базисные дальномеры с базой в самом приборе.

2. Основание устройства дальномера Барра и Струда первоначального образца	7
3. Различные способы отклонения луча для сведения изображений	10
4. Дистанционный шкала и ее разбивка	15
5. Погрешности дальномеров	16
1) Ошибка на позиционирование	16
2) Ошибка на согласование	18
3) Параллактическая ошибка	19
6. Различные типы дальномеров по расположению изображений	20
7. 4 1/2-футовый дальномер Барра и Струда	23
1) Главные конструктивные и оптические данные дальномера	23
2) Наружное устройство дальномера	24
3) Внутреннее устройство дальномера	25
4) Выверка дальномера	31
8. 9-футовый дальномер Барра и Струда	32
1) Главные конструктивные и оптические данные дальномера	32
2) Наружное устройство дальномера	33
3) Внутреннее устройство дальномера	35
4) Устройство внешних и внутренних выверителей	40
5) Выверка дальномера	41
9. 5-ти метровый дальномер Цейсса	42
1) Главные конструктивные и оптические данные дальномера	42
2) Наружное устройство дальномера	43
3) Внутреннее устройство дальномера	44
4) Выверка дальномера	50
10. Причины расстройств дальномеров	51
11. Теоретическая точность дальномеров	52
12. Особые способы выверки дальномеров на согласование	65

II Отдел—Стереоскопические дальномеры.

13. Идея устройства стереоскопических дальномеров	68
14. Теоретическая точность стереоскопических дальномеров	73
15. 3-х метровый стерео-дальномер Цейсса, завода Нейтинско	74
1) Главные конструктивные и оптические данные дальномера	74
2) Наружное устройство дальномера	74
3) Внутреннее устройство дальномера	77
4) Правила употребления дальномера	78
5) Выверка дальномера	81
6) Высотомер	83

III отдел—Микрометры.

Стр.

16. Идея устройства дальномеров типа «микрометры»	85
17. Теоретическая точность микрометров	87
18. Микрометр Люжолы	92
19. Микрометр Микишева	98
20. Микрометр Фуассе	103
21. Микрометр Веймут-Кука	111
22. Призма Велл	116
23. Призма Векера	117

Предисловие.

Настоящий курс по теории и устройству оптических дальномеров имеет целью дать не только описание устройства дальномеров и правил обращения с системами их принятыми во флоте, но и дать полное понятие на каких теоретических основаниях сконструированы дальномеры, каково значение каждого отдельного стекла и какие ошибки будут в показаниях дальномера от смещения в различных плоскостях его отдельных частей. Путем теоретических выкладок выведена теоретическая точность каждого типа дальномера, с указанием—чего практически можно достичь от дальномера при различных условиях.

При составлении настоящего руководства я пользовался весьма ценными записками и практическими заметками Н. Н. Машукова и С. С. Агафонова, а также следующими трудами:

Отчет Кронштадтской крепостной артиллерии об испытании оптических дальномеров; отдел описательной части устройства приборов. изд. 1912 г.

С. Х. Золотухин.—«Дальномеры Барра и Струда», 1903 г.

Н. В. Гуранда.—«Стереоскопические приборы», 1914 г.

С. Советов.—«Стереоскопические дальномеры», 1900 г.

А. П. Длусский.—«Оптика и дальномеры», 1914 г.

Н. Зубов.—«Определение расстояний до уравнивателя», 1913 г.

Описание дальномера Барра и Струда типа *РФ*, издание морского министерства, 1912 г.

А также различными справочными изданиями, выпущенными фирмой Цейсс.

Д. Лемтюжников.

Введение.

§ 1. Типы оптических дальномеров принятых во флоте.

Все оптические дальномеры, принятые в настоящее время во флоте, могут быть разделены на три группы по принципу их конструкции:

I группа — монокулярные горизонтально-базисные дальномеры с базой в самом приборе.

Основаны они на решении горизонтального прямоугольного треугольника на местности по катету (длина самого прибора) и противолежащему ему углу, который и берется прибором (Барр и Струд, Цейсс).

II группа — стереоскопические дальномеры.

Основаны на бинокулярном свойстве глаз человека различать глубину пространства (Цейсс, Герц).

III. Микрометры.

Основаны на решении вертикального прямоугольного треугольника на местности по данной высоте предмета и по углу, который и берется самим прибором (Люжоль, Микишев, Фуэсс, Веймут-Кук).

К этой же группе могут быть отнесены и дальномерные призмы, которые основаны тоже на решении вертикального треугольника; но конструкция их иная и состоит всего из одной или двух призм (призма Беля и призма Бекера).

I отдел.

Монокулярные горизонтально-базисные дальномеры с базой в самом приборе.

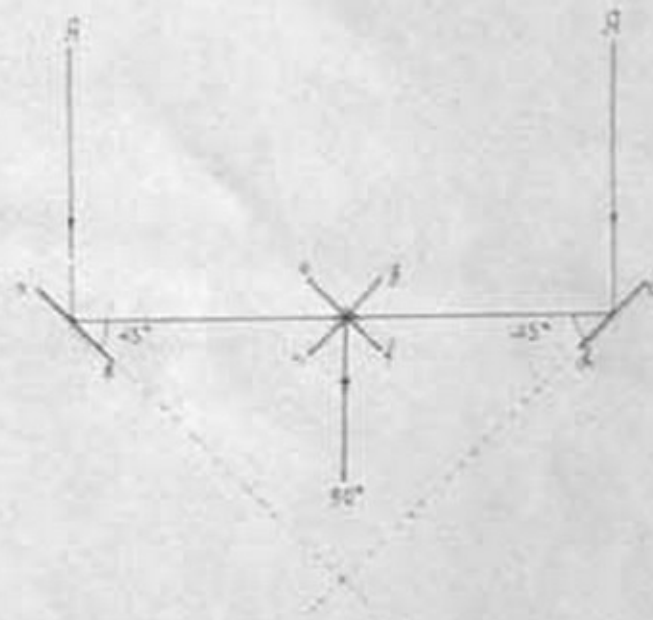
§ 2. Основание устройства дальномера Барра и Струда первоначального образца

Оптические, монокулярные дальномеры были впервые спроектированы английскими профессорами Archibald Barr и William Stroud еще в 1888 году.

Основаны они на решении горизонтального треугольника на местности, одна из сторон которого есть искомое расстояние, а другая



Черт. 1.



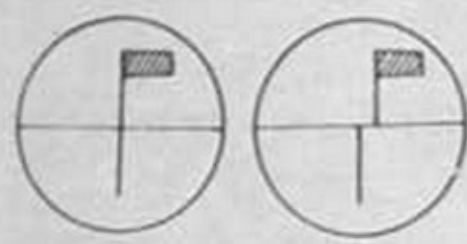
Черт. 2.

длина самого прибора (база). Так как база прибора настолько мала по сравнению с расстоянием, что можно считать этот треугольник за прямоугольный, то для решения его необходимо еще лишь одно данное (кроме точно известной базы), а именно, угол, противолежащий базе, который прибор и измеряет.

Для осуществления этого профессорами Барром и Струдом первоначальный прибор был сконструирован следующим образом: в металлической трубе, по концам ее, были установлены два плоских зеркала под углом 45° к оси трубы; кроме них посередине трубы были установлены (тоже под углом 45° к оси) еще два зеркала, вдвое меньших по высоте; поставлены эти зеркала одно на другом так, чтобы угол между

ними составил 90° ; таким образом, каждое из средних зеркал параллельно одному концевому, при чем параллельные зеркала обращены своими отражательными поверхностями друг к другу.

Лучи света от бесконечно удаленного предмета A идут параллельным пучком и принимаются концевыми зеркалами; отразившись от них под углом 90° , пойдут вдоль базы и упадут на средние зеркала (черт. 2). Следовательно, на средние зеркала одновременно с двух сторон упадут параллельные пучки лучей от одного и того же предмета A , но так как средние зеркала своими отражательными поверхностями располо-



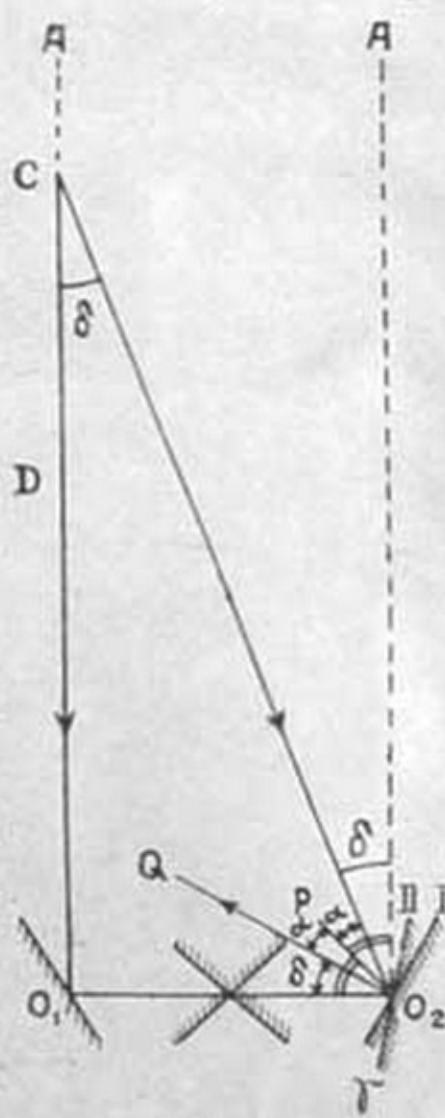
Черт. 3.

Черт. 4.

жены в разные стороны и одно зеркало находится выше другого, то верхнее зеркало отразит только верхнюю часть предмета, так как нижняя часть лучей упадет на заднюю сторону нижнего зеркала и пропадет, а нижнее зеркало отразит только нижнюю часть предмета. Благодаря такому устройству в поле зрения дальномера будет одно целое изображение предмета, разделенное посередине,

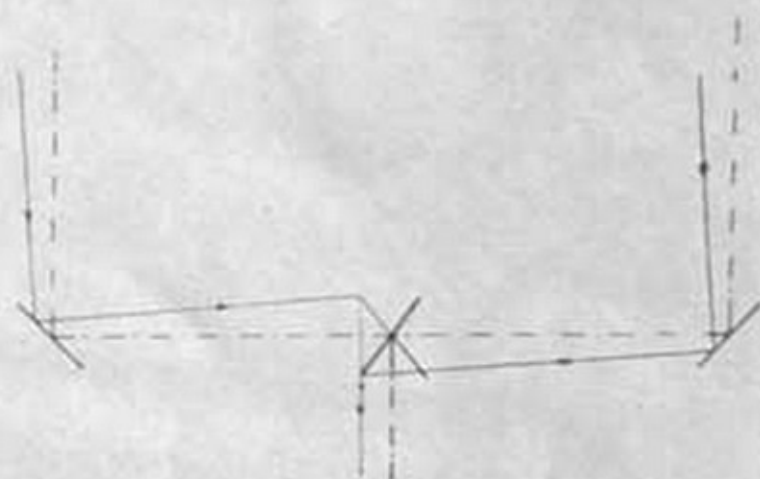
так называемой, *раздельной линией*, которая есть естественная граница соприкасающихся кромок зеркал, но верхняя часть изображения предмета получилась от одного конца дальномера (обыкновенно правого) и нижняя часть от другого (левого) (черт. 3).

Если предмет находится на конечном расстоянии, то лучи не могут идти в обоих концах трубы параллельными. Если мы направим трубу так, чтобы лучи, идущие к левому отражателю были-бы перпендикулярны оси трубы, то получим изображение нижней части предмета, как и говорилось выше, посередине поля зрения трубы. Лучи-же, упавшие на правое зеркало, отразившись от него, отклонятся от базы в сторону вершины измерительного треугольника и потому упадут ближе к краю среднего зеркала, а отразившись от него, дадут изображение верхней части предмета смещенное вправо, относительно нижнего (черт. 4). Промежуток между двумя изображениями, верхним и нижним, может служить мерой расстояния, так как, когда предмет бесконечно удален, лучи падают на оба конца дальномера перпендикулярно базе и изображение предмета будет составлять одно целое, т. е. верхняя и нижняя часть его совпадают; чем ближе будет предмет, тем промежуток между верхним и нижним изображением предмета будет увеличиваться. Наличие этого явления дает нам возможность определить угол при наблюдаемом предмете, и, следовательно, дает второе данное для решения прямоугольного треугольника.



Черт. 5.

Обращаясь к чертежу 5, видим, что на местности получается горизонтальный прямоугольный треугольник CO_1O_2 , у которого за базу принимают расстояние между центрами концевых отражателей; O_1C —искомое расстояние D ; O_1CO_2 —угол, который определяется этим прибором. Определяется-же этот угол следующим образом: мы знаем, что лучи от предмета A , находящегося бесконечно далеко, упавшие на оба конца дальномера перпендикулярно базе, отразившись от концевых зеркал, пойдут вдоль базы и мы увидим одно совмещенное изображение предмета, т. е. в этом случае угол между лучами, упавшими на правый и левый конец дальномера, равен нулю; при нахождении предмета на конечном расстоянии в точке C (на перпендикуляре к левому концу дальномера), лучи, упавшие на левое зеркало, отразившись от него, пойдут вдоль базы и мы увидим нижнюю часть предмета посередине поля зрения трубы; на правое-же зеркало лучи упадут не перпендикулярно базе и, отразившись от него, пойдут не вдоль базы, а по некоторому направлению O_2Q и на средние зеркала не попадут, поэтому верхней половины предмета мы не увидим вовсе. Для того, чтобы увидеть ее, начнем поворачивать правое зеркало около точки O_2 против движения часовой стрелки. Упав на край среднего зеркала, лучи теперь отразятся от него и мы увидим верхнюю половину изображения предмета, но смещенную относительно нижней вправо; продолжая поворот зеркала мы можем совместить предмет, т. е. чтобы верхняя часть



Черт. 6.

его стала точно над нижней, а тогда отраженные от правого зеркала лучи пойдут вдоль базы. Зеркало пришлось повернуть для этого из положения I (под углом 45° к базе) в положение II, на некоторый угол γ , а известно из оптики, что при повороте зеркала на какой-нибудь угол, отраженные от него лучи поворачиваются на угол вдвое больший, т. е. в данном случае угол $QO_2O_1 = 2\gamma$, но угол $QO_2O_1 =$ углу CO_2A , так как от углов PO_2A и PO_2O_1 , равных 45° , отнято по равному углу α ; угол-же $AO_2C =$ углу O_2CO_1 , как внутренний на крест лежащий, следовательно, повернув внутри прибора правое зеркало, пока предмет не будет совмещен, и помножив этот угол на 2, мы будем иметь величину угла δ , т. е. второе данное для решения прямоугольного треугольника. Но в дальномере для удобства не дается величина угла поворота зеркала γ или двойной угол поворота δ , а просто вычислен по катету B (база прибора) и измеренному углу δ другой катет D дистанция до предмета. Связав-же непосредственно механической передачей поворот зеркала с шкалой, мы и можем нанести на ней деления в кабельтовых по формуле $D = B \operatorname{Cotg} \delta$.

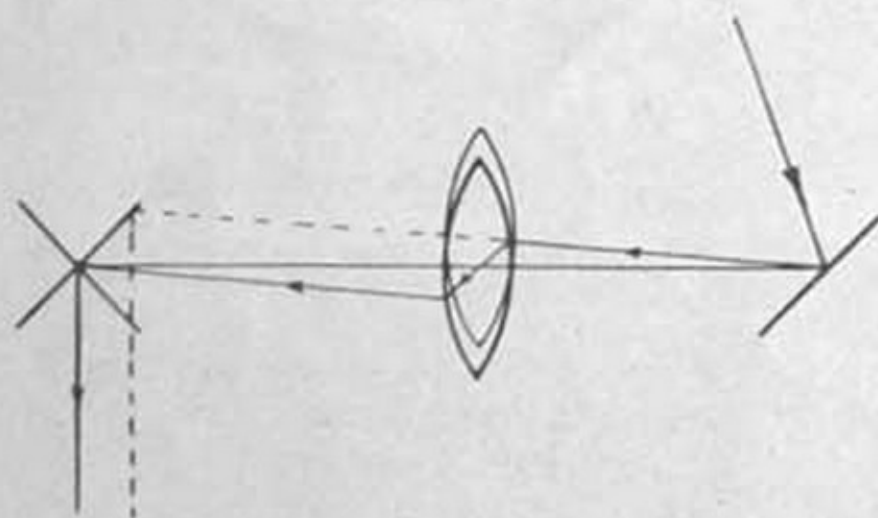
Необходимо заметить, что так как в этих дальномерах расстояние измеряется тем, что сводят обе половины изображений предмета в одно, то вовсе нет надобности, чтобы оси пучков лучей падали на строго определенную часть средних зеркал.

Это подтверждается рассмотрением черт. 6, из которого видно, что поворот дальномера не причиняет изменения в совмещении верхней и нижней половин изображений предмета. Так, пунктиром показаны лучи от бесконечно удаленного предмета, падающие перпендикулярно базе, и благодаря отражению от середины средних зеркал проходящие в центре поля зрения трубы. Сплошной линией показаны лучи от того же предмета, но падающие не перпендикулярно базе (т. е. если мы, глядя на предмет, повернули бы дальномер на некоторый угол).

Как видно из чертежа, мы получим такое же совмещение изображений предмета, но оно будет только на краю поля зрения трубы.

§ 3. Различные способы отклонения луча для сведения изображений.

В предыдущем параграфе было указано, что если мы свяжем механической передачей поворот зеркала со шкалой, то на шкале можем прочесть готовое расстояние, вычисленное по формуле $D = B \cotg \delta$, откуда $\tg \delta = \frac{B}{D}$. Взяв наименьшее расстояние, например, у 9 футового



Черт. 7.

Барра и Струда 5 кабельтовых и подставив его в формулу, получим, что наибольшая величина угла δ у этого дальномера может быть всего 10 минут. Зеркало же, как мы знаем, нужно поворачивать на угол γ вдвое меньший, т. е. максимальный поворот зеркала может быть всего 5 минут, между тем γ есть тот угол, разным значением которого должны соответствовать деления

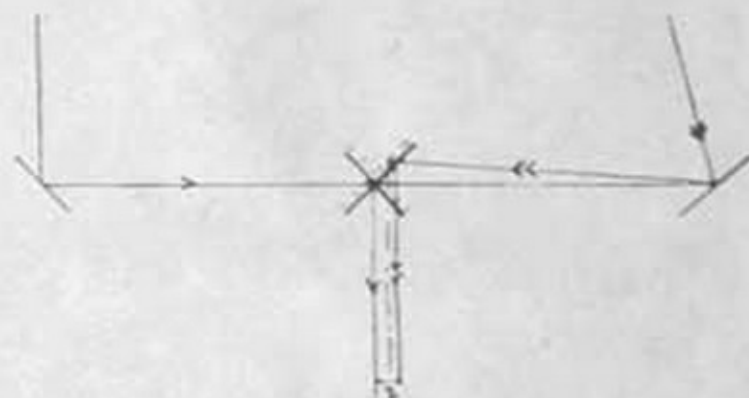
на шкале в кабельтовых, от минимального расстояния (обыкновенно 5 кабельтовых) и до бесконечности. Для точности отсчета необходимо, чтобы деления эти были бы крупные и потому является необходимость в большой механической передаче, а при ней обязательно появятся мертвые хода, уменьшающие точность дальномера; поэтому теперь для смещения луча вращением концевых отражателей не пользуются и закрепляют его неподвижно, а для сведения изображений можно применить другие оптические способы.

Передвижение одного объектива в плоскости измерительного треугольника перпендикулярно базе может служить способом для перемещения отраженного от концевых зеркал луча, так как от перемещения

объектива будет перемещаться и изображение в фокальной плоскости его, пока верхняя часть предмета не будет совмещена с нижней.

В этом методе смещения луча большим недостатком является необходимость сильно увеличивать диаметр оптической трубы, в которой происходит перемещение объектива, а также сильно увеличивать площадь концевых отражателей; кроме того перемещение луча очень мало, поэтому необходима большая механическая передача. Таковы причины, делающие этот метод практически почти негодным, несмотря на преимущество, что нет лишнего стекла, специально поставленного для отклонения луча.

Третий метод смещения луча состоит в продвижении системы средних отражательных стекол вперед и назад (т. е. от себя и к себе) в плоскости измерительного треугольника (черт. 8). Сплошной линией показаны лучи и зеркала, когда последние еще не передвинуты.

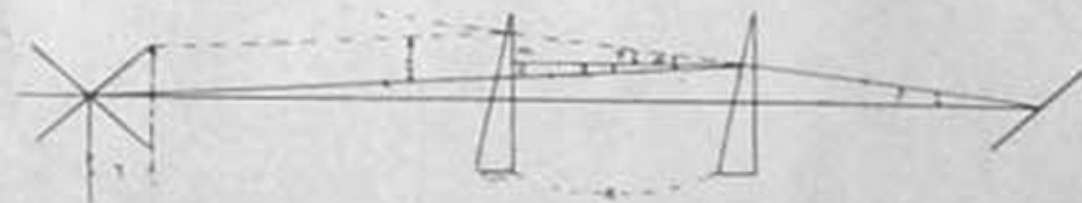


Черт. 8.

Пунктиром показаны зеркала после их продвижения вперед, тогда отраженные средними зеркалами лучи от правой и левой части дальномера пойдут по одному направлению (пунктирному) и мы увидим изображение предмета совмещенным.

В этом способе все недостатки предыдущего и, кроме того, величина передвижения средних зеркал вдвое меньше, чем объективов, отчего механическая передача еще сложнее.

Сведение изображений передвижением стеклянного клина вдоль базы дальномера является способом применяемым наиболее часто в дальномерах, так как продольное передвижение призмы с малым преломляющим углом отклоняет преломленный в призме луч очень по немногу и, следовательно, шкалу можно сделать довольно длинную.



Черт. 9.

Из оптики известно, что для призмы, имеющей вид клина, применима формула

$$\alpha = P(n - 1)$$

где α — угол отклонения луча,
 P — преломляющий угол призмы,
 n — показатель преломления.

Наблюдая бесконечно удаленный предмет, имея клин установленным в крайнее левое положение, будем вращением концевой отражателя добиваться, чтобы изображения совместились; это будет основное положение клина соответствующее бесконечности. Концевой отражатель в таком положении закрепляется наглухо.

Если мы теперь будем измерять расстояние до предмета, находящегося на конечном расстоянии, то придется клин передвинуть вправо на величину K , т. е. опустить преломленный луч на величину

$$r = K \cdot \alpha,$$

что видно из следующего вывода (черт. 9):

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{e}{K}; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{m}{K}$$

или, откинув тангенсы ввиду малости углов и сложив оба равенства, получим

$$\alpha = \gamma + \varphi = \frac{e}{K} + \frac{m}{K} = \frac{e+m}{K} = \frac{r}{K}$$

отсюда

$$r = K \cdot \alpha = K \cdot P(n-1)$$

для проигласа

$$n = \frac{3}{2},$$

поэтому

$$r = \frac{K \cdot P}{2}$$

Примечание. На чертеже 9 пунктиром показан луч, который идет от предмета находящегося на конечном расстоянии, когда клин стоит в положении для бесконечности.

Расхождение верхней и нижней частей изображения предмета в фокальной плоскости объективов будет:

$$r = \frac{B \cdot F}{D}$$

где r — величина, на которую не сведено изображение,

B — база прибора,

F — фокусное расстояние объективов,

D — дистанция.

При сведенных изображениях

$$\frac{K \cdot P}{2} = r = \frac{B \cdot F}{D}$$

откуда

$$K = \frac{2 B \cdot F}{P \cdot D}$$

Таким образом и может быть вычислена величина продольного передвижения клина при измерении расстояний от ∞ до наименьшего, при чем при шкале, соединенной непосредственно с клином, длина ее и будет, очевидно, равняться длине передвижения клина. Если же между шкалой и клином существует передача, то длина шкалы $s = K \cdot C$, где C — передаточное число.

Подставив в полученной формуле вместо $\frac{B}{D} = \delta$, получим $K = \frac{2 F \cdot \delta}{P}$, откуда $\delta = \frac{K P}{2 F}$, т. е., переместив призму на величину K внутри дальномера, мы этим самым будем знать величину угла δ у предмета.

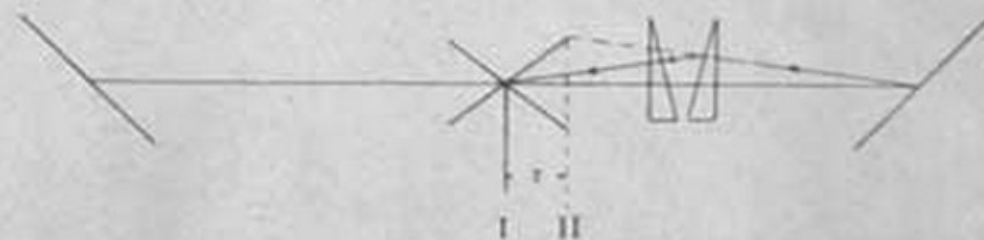
Совмещение изображений при помощи двух вращающихся призм (клиньев) имеет преимущество перед предыдущим способом только в том, что при прямолинейном передвижении призмы, при большой скорости вращения валика, призма будет с силой ударяться об ограничитель, что вредно будет отзываться на сводящем механизме, но за то, благодаря лишней призме, здесь будет лишняя потеря света, что, конечно, является большим недостатком.



Сведение изображений производится вращением призм в противоположные стороны; на чертежах

Черт. 10. и 11. представлены два предельных положения призм, при чем в первом случае призмы повернуты на 180° друг относительно друга и образуют плоско-параллельную пластину, вследствие чего луч, проходящий через эту систему, не изменит своего направления.

Для второго случая, т. е. когда вершины призм направлены в одну сторону, преломляющий угол будет иметь наибольшую величину и луч будет иметь максимальное отклонение. Промежуточным положениям призм соответствуют различные отклонения луча, но так как необходимо, чтобы проходящий через них луч преломился в плоскости изме-



Черт. 12.

рительного треугольника, то устанавливают призмы так, чтобы наклонные их плоскости были одна против другой. При этом условии при вращении призм мы будем получать такой-же результат, как будто у нас была бы одна призма, у которой меняется преломляющий угол от нуля до некоторой максимальной величины в обе стороны.

Рассматривая чертеж 12, мы видим, что если бы не было призм (или они стояли основаниями в разные стороны), то первый луч пошел, после отражения, от среднего зеркала по направлению II, т. е. был бы вправо на величину r , чтобы заставить этот луч идти по направлению I,

мы должны установленные призмы вращать до тех пор, пока они не представят собой одну призму с нужным преломляющим углом.

Если одна призма имеет преломляющий угол P , то преломляющий угол двух призм, при положении их основаниями в одну сторону, будет $2P$. При повороте же призм из основного положения на некоторый угол φ , преломляющий угол системы будет $2P \cdot \sin \varphi$, тогда угол отклонения луча будет $\alpha = 2P(n-1) \cdot \sin \varphi$.

Если вращающиеся призмы находятся в расстоянии d от плоскости изображения, то производимое ими смещение одного из изображений равно $2P(n-1) \sin \varphi \cdot d$.

При сведенных же изображениях

$$2P(n-1) \cdot \sin \varphi \cdot d = r = \frac{B \cdot F}{D}$$

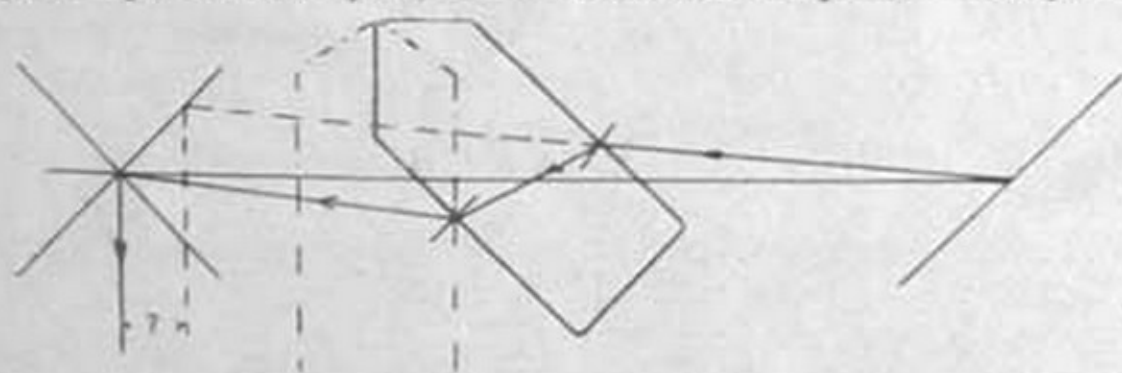
откуда

$$\sin \varphi = \frac{B \cdot F}{D \cdot 2P(n-1) \cdot d}$$

а при $n = \frac{3}{2}$

$$\sin \varphi = \frac{B \cdot F}{D \cdot P \cdot d}$$

По этой формуле и может быть вычислена величина угла поворота призмы для различных дистанций. Вращая измерительный



Черт. 13.

валик, мы вместе с разворачиванием призм вращаем еще дистанционный барабан, на котором нанесена по винтовой линии шкала дистанций в кабельтовых (или в метрах).

Совмещение изображений при помощи плоско-параллельной пластины производится наклоном ее в плоскости измерительного треугольника.

Из оптики известно, что если лучи падают на такую пластину нормально, то они не преломляются, т. е. входящий в пластину луч и выходящий — представляется одной прямой линией. Если же мы пластину повернем так, чтобы лучи падали на нее наклонно, то, по выходе из пластины, направление лучей, хотя и останется параллельное прежнему, но лучи все будут смещены на некоторую величину, при чем смещение будет тем больше, чем угол падения будет больше, т. е. чем больше мы повернем пластину (черт. 13).

Недостатком этой системы является то, что падающие на пластину центральные и периферические лучи смещаются не строго на одинаковую величину (разные углы падения), отчего страдает точность измерения. Чтобы избежать это пластину следует вращать в пределах очень небольшого угла, что снова вызывает или малые размеры шкалы, или большую механическую передачу.

Вращающаяся пластина с выгодой применяется в качестве выверочного приспособления по высоте.

§ 4. Дистанционная шкала и ее разбивка.

Если связать одну из указанных в предыдущем параграфе систем (принятой в данном типе дальномера для измерения противолежащих баз углов) со шкалой, которая может быть укреплена на рейке или на вертушке на барабан, тогда мы непосредственно на шкале будем прочитывать искомые дистанции. Деления на шкале наносятся согласно формулам, присущим той системе, которая принята в данном типе дальномера. Для точности отсчетов по шкале естественно нужно иметь возможно крупные деления, а для этого необходимо перемещать призму со шкалой на возможно большие величины; но так как измеряемые углы очень малы, порядка нескольких минут, то перемещение отдельных частей в дальномере будет очень маленькое и для увеличения хода шкалы нужно будет поставить механическую передачу, недостаток которой заключается в получаемых в ней мертвых ходах, которые еще во время службы дальномера будут возрастать. Поэтому из всех систем берут ту, где механических передач меньше и где меньше добавочных стекол, чтобы не уменьшать светосилу прибора; наиболее подходящей оказывается система с прямолинейным передвижением клина. Характер разбивки шкалы будет следующий: мы знаем, что если призма переместится на некоторую величину, то изображение пропорционально передвинется тоже на некоторую величину, а так как перемещение последнего находится в прямой зависимости от величины угла δ , то мы можем сказать, что шкала двигается пропорционально изменению угла δ (хотя углы сами изменяются не пропорционально).

Зная это по формуле $\operatorname{tg} \delta = \frac{B}{D}$, можно нанести на шкале деления расстояний D , приняв, ввиду небольшой величины, тангенс угла δ за самый угол, а так как база B для данного прибора есть величина постоянная, то можно сказать, что углы δ изменяются обратно пропорционально дистанции D .

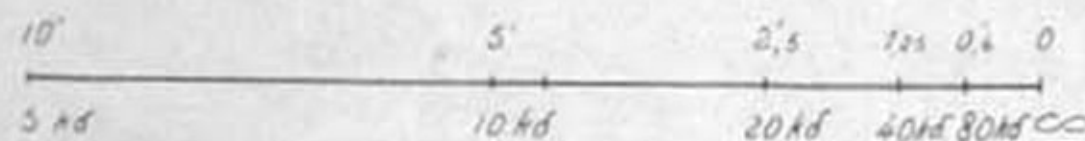
Если взять 9-футовый дальномер Барра и Струда, то на наименьшей дистанции, которую он может взять — 5 кабельтовых, получим

$$\delta = \frac{9}{3000} = 0,003; \text{ а тот же угол в градусных минутах будет}$$

$$\delta = \frac{0,003 \cdot 360 \cdot 60}{2 \cdot 3,14} = 10' \text{ (приблизительно)}$$

для дистанции 10 каб. будем иметь $\delta =$	$\frac{9}{6000} \cdot \frac{360 \cdot 60}{2 \cdot 3,14} = 5'$
" " 20 " " " "	$\delta = \frac{9}{12000} \cdot \frac{360 \cdot 60}{2 \cdot 3,14} = 2,5'$
" " 40 " " " "	$\delta = \frac{9}{24000} \cdot \frac{360 \cdot 60}{2 \cdot 3,14} = 1,25'$
" " 80 " " " "	$\delta = \frac{9}{48000} \cdot \frac{360 \cdot 60}{2 \cdot 3,14} = 0,6'$

Вычислив по формуле предыдущего параграфа длину шкалы $K = \frac{2BF}{FD}$, нанесит на одном конце ее наименьшую дистанцию (для данного прибора 5 каб.), а на другом наибольшую — бесконечность. Расстояние между этими крайними знаками на шкале соответствует 10 минутам, так как бесконечности соответствует угол δ , равный нулю, а для 5 кабельтовых $\delta = 10'$; поэтому все остальные дистанции от ∞ до 5 каб. с соответствующими им углами от $0'$ до $10'$, наносятся на шкале считая, что деления шкалы пропорциональны углу (черт. 14).



Черт. 14.

Таким образом, чтобы нанести дистанцию 10 кабельтовых, соответствующую углу $5'$, нужно расстояние на шкале между 5 кабельтовыми и бесконечностью разделить пополам, потому что угол при измерении дистанции изменится в 2 раза; чтобы нанести дистанцию 20 кабельтовых, соответствующую углу $2,5'$, нужно длину шкалы разделить на 4 части и поставить цифру 20 на расстоянии $1/4$ от бесконечности, и т. д. Окончательно шкала получит вид постепенно уменьшающихся делений.

§ 5. Погрешности дальномеров.

Во всех монокулярных горизонтально базисных дальномерах приходится иметь дело с 3 вытекающими ошибками:

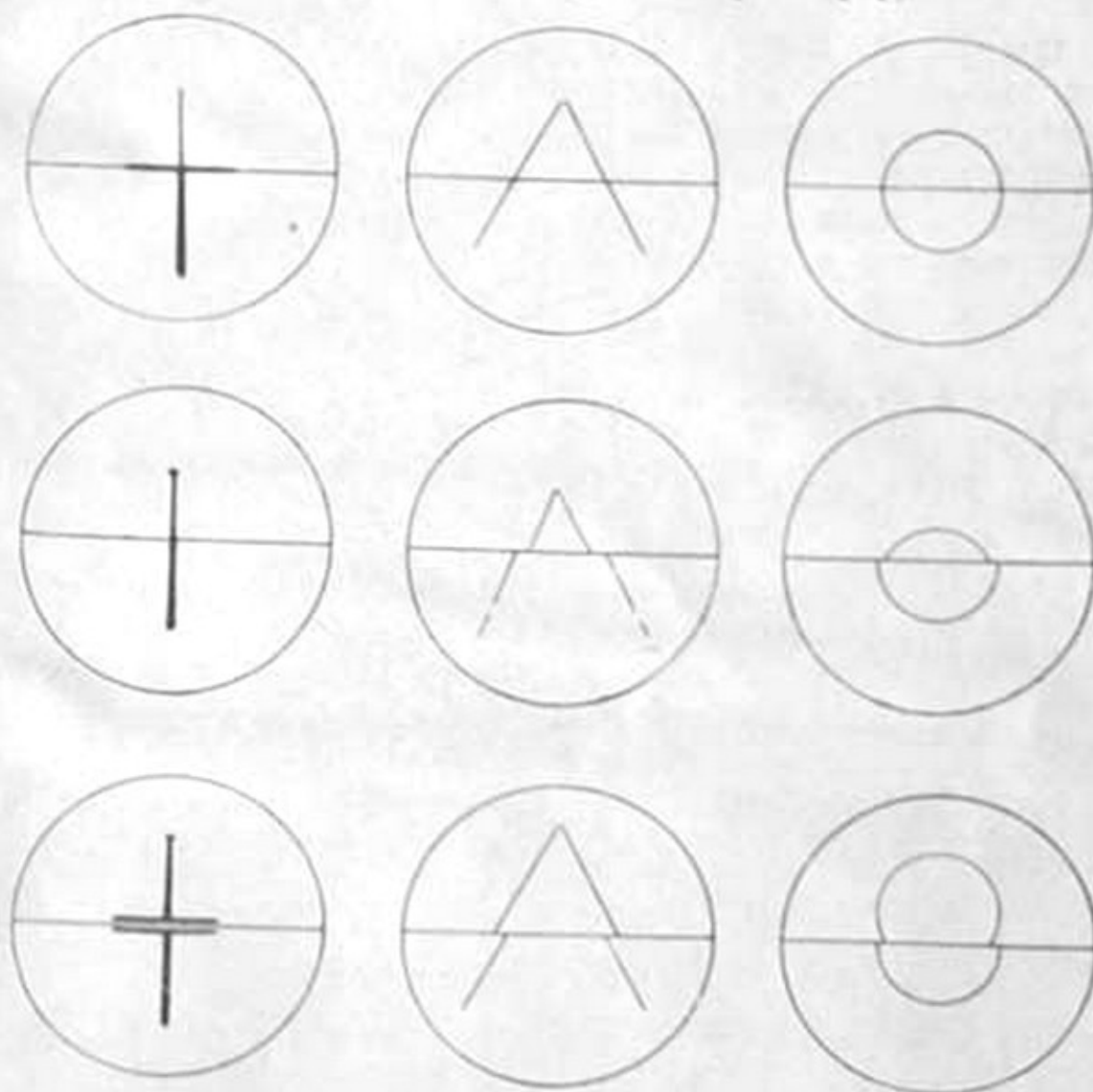
- 1) Ошибка на половинение (ошибка по высоте).
- 2) Ошибка на согласование (ошибка по дальности).
- 3) Параллактическая ошибка.

Рассмотрим теперь те приемы, которые служат для обнаруживания и уничтожения их.

1) Ошибка на половинение (ошибка по высоте) обнаруживается ярче всего при наблюдении конусообразных или круглых предметов, когда в дальномер будет видно, что верхняя часть изображения предмета будет как-бы опущена в нижнюю или наоборот будет приподнята из нижней; в первом случае такое половинение называется отрицательным и происходит оттого, что часть лучей верхней

половины изображения оказалась ниже раздельной линии и потому та часть верхней половины изображения, которую они должны были дать, пропала. Во втором случае такое половинение называется положительным и произошло потому, что верхняя половина изображения поднялась и часть ее, долженствующая лежать ниже раздельной линии и быть невидимой глазу, сделалась видимой.

Глядя на конусообразный или круглый предмет, при наличии у дальномера половинения, на контуре предмета у раздельной линии будет видна ступенька. Но можно обнаружить половинение у дальномера и следующим приемом: наведя дальномер на звезду или на небольшой предмет на поверхности моря, привести все изображение в нижнюю часть поля зрения (под раздельную черту), затем медленно



Черт. 15.

и плавно поворачивая дальномер вокруг оси перевести его в верхнюю половину поля зрения; в том случае, если верхушка изображения появится в верхнем поле зрения одновременно с исчезновением ее в нижнем, это покажет на отсутствие ошибки на половинение; если верхушка изображения появится в верхнем поле зрения позже исчезновения ее в нижнем, это покажет на присутствие отрицательной ошибки в половинении; если же верхушка изображения появится в верхнем поле зрения ранее исчезновения ее в нижнем, то это покажет существование положительной ошибки в половинении.

Дальномеры.

На черт. 15 в первом ряду показано, когда ошибки в половинении нет, во втором — имеется отрицательное половинение, а в третьем положительное.

Присутствие ошибки на половинение не влияет на точность показаний дальномера в том случае, если предмет, до которого определяют расстояние, ограничен вертикальными линиями; если же предмет имеет контур шара, пирамиды и т. п., то прибор покажет верно только в том случае, если мы сумеем совершенно симметрично расположить верхнее изображение над нижним, что будет тем труднее сделать, чем больше ошибки в половинении; малейшее же несоблюдение симметричности сразу вызовет ошибку в определяемом расстоянии, особенно на больших расстояниях.

Для уничтожения половинения нужно приподнять или опустить одно из изображений настолько, чтобы получилось цельное изображение.

Приспособления для уничтожения ошибки на половинение бывают двух родов: механические и оптические. Механические имеют то преимущество, что не устанавливаются в дальномере специально для уничтожения половинения лишних стекол; устроено оно следующим образом: во внутреннюю трубу дальномера, в которой обыкновенно находятся все стекла, кроме окуляра и концевых отражателей, ввинчивается с одного края (обыкновенно правого) специальный болтик, свободно вращающийся в наружной трубе; болтик этот установлен таким образом, что при вращении его ключом, надеваемым на его головку, один край внутренней трубы, вместе с находящимся в нем объективом, будет подниматься или опускаться в плоскости перпендикулярной плоскости измерительного треугольника, а, следовательно, и лучи в этой части дальномера будут опущены или приподняты относительно лучей в другой части дальномера, где объектив останется на месте.

Оптическим путем уничтожается половинение тем, что устанавливают в одной части дальномера одну из следующих оптических систем для отклонения лучей:

- а) трехгранную призму, передвигающуюся прямолинейно;
- б) качающуюся плоско-параллельную пластину;
- в) две взаимовращающиеся призмы,

причем необходимо помнить, что какую бы систему ни взяли, она должна быть так установлена, чтобы плоскость преломления луча была перпендикулярна плоскости измерительного треугольника; наибольшее расстояние имеет плоско-параллельная пластина.

Выверку на половинение необходимо производить до выверки на согласование.

2) Ошибка на согласование обнаруживается, при измерении расстояний до предмета, истинное расстояние до которого точно известно, когда показание дальномера при точно сведенных изображениях не соответствует истинной дистанции.

Приспособления для уничтожения ошибки на согласование у разных типов дальномеров бывают различны; у одних, при точно сведенных изображениях, нужно передвинуть индекс к цифре истинного расстояния на шкале; у других специальным приводом можно передвинуть одну шкалу, без призмы, и подвести к неподвижному индексу цифру истин-

ной дистанции и, наконец, имеются дальномеры, где ни индекс, ни шкала отдельно не имеют самостоятельного передвижения; в этом случае имеется приспособление, которым можно передвинуть одну призму без шкалы, тогда, если показания дальномера не соответствуют истинной дистанции, нужно измерительным валиком поставить верный отсчет (передвинув при этом и призму и шкалу), а затем специальным приводом передвинуть призму пока изображение предмета не будет вновь совмещено.

Выверка на согласование может быть произведена:

- а) по предмету на известном расстоянии,
- б) по небесным светилам,
- в) при помощи внутреннего или внешнего выверителя.

Так как при выверке на согласование необходимо точно знать истинное расстояние до предмета, видеть хорошо очертания его контура и желательно не вводить лишних стекол, нужных только для выверки, то из всех указанных способов самая лучшая выверка будет по луне, так как диск луны достаточно велик и резко видим, расстояние же до нее бесконечно велико и потому под индексом должно стать определенное деление шкалы ∞ ; до земных же предметов «истинное расстояние» может быть и не совсем точно известно; при выверке по солнцу нужно ставить стекло затемняющее, а по звезде вводить специальное плоско-вогнутое цилиндрическое стекло, называемое астигматор или преобразователь, вытягивающее звезду в вертикальную линию, так как ввиду ее ничтожного размера иначе трудно совместить две половины ее в одну. Внутренние и внешние выверители (устройство их будет дано ниже), представляющие собой целую систему стекол, дающих в дальномер пучок параллельных лучей (получается как-бы искусственная бесконечность), могут иметь сами некоторую ошибку, но в то же время они являются главным способом выверки дальномеров в боевой обстановке.

3) Параллактическая ошибка обнаруживается, когда, при сведенном изображении, одна часть его, например, верхняя — будет видна отчетливо, а другая, нижняя, расплывчато; при перестановке окуляра так, чтобы нижняя стала отчетливой, верхняя станет расплывчатой. Происходит это потому, что установленные в дальномере оба объектива, правый и левый, должны иметь свои фокальные плоскости совпадающими; в случае же, если одна из плоскостей отойдет от другой, то, рассматривая оба изображения (и верхнее и нижнее) через один окуляр, нельзя будет при несовмещенных фокальных плоскостях установить по глазу окуляр одновременно к той и другой плоскости и потому нельзя будет одновременно видеть ясно обе половины изображения.

Уничтожается параллактическая ошибка, либо перемещением одного из объективов вдоль базы, либо чаще перемещением коррекционной линзы (собирающее стекло, установленное только в одной стороне дальномера, для уравнивания величин изображений от правого и левого объективов); но так как для этой работы необходима разборка дальномера, чего делать на корабле нельзя, то приходится мириться с параллактической ошибкой, если она мала и не влияет на точность сведений

изображений, а в случае большой ее величины, для уничтожения ее, необходимо дальномер отправлять на завод.

§ 6. Различные типы дальномеров по расположению изображений.

Во всех монокулярных самобазных дальмерах приемы для определения дистанций совершенно одинаковы; нужно два частичных изображения, получаемых в окуляре по разные стороны разделительной линии, привести в совпадение и произвести отсчет против индекса шкалы, но сами изображения, у различных типов дальномеров, располагаются разное, и потому все дальмеры, кроме величины своей базы, различаются еще по взаимному расположению изображений в поле зрения окуляра и могут быть разделены на 3 типа:

1) С одиночным, прямым изображением, пересекаемым разделительной линией (тип *Koincidenz*).

В дальмерах этого типа одна часть изображения (например, верхняя) может передвигаться, при передвижении измерительного клина,



Черт. 16.

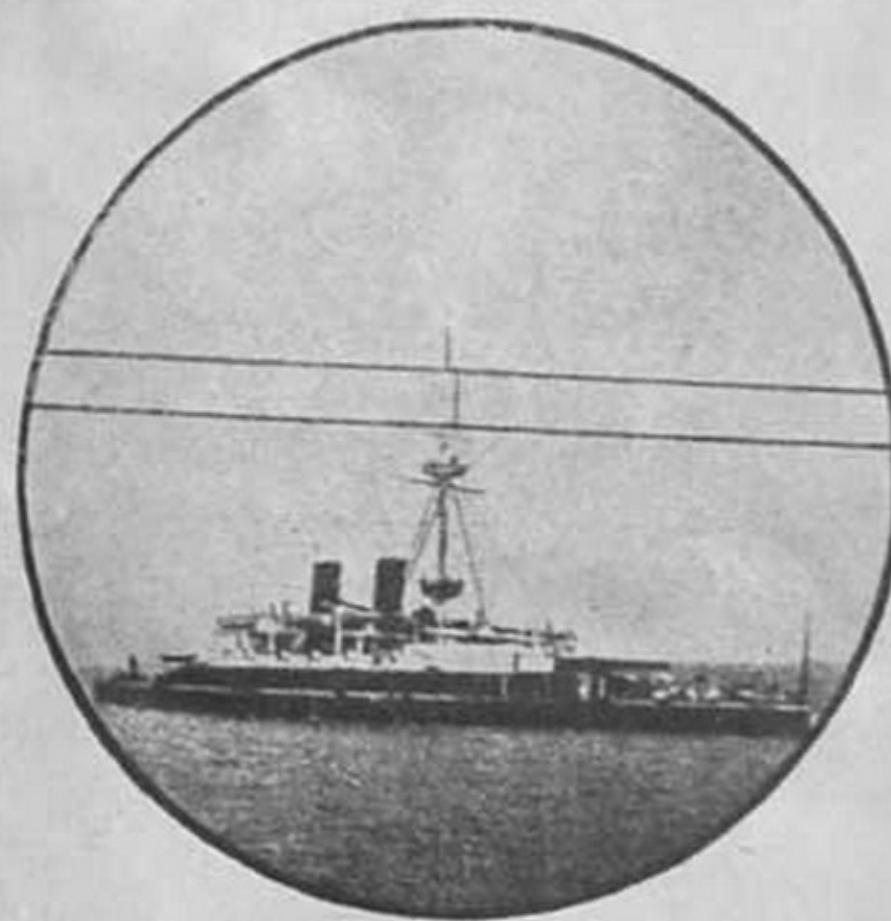
и быть поставленной над неподвижной нижней частью изображения предмета.

На чертеже 16 дано изображение здания видимого в поле зрения окуляра дальмера, при чем одна башня точно сведена и, следовательно, индекс шкалы указывает расстояние до нее. Другие предметы, удаленные на расстояние большее или меньшее указываемого на шкале, например, башни налево вдали, видны в окуляре разошедшимися на разные величины, в зависимости от удаления предметов от совмещенной башни. Эти дальмеры, главным образом, пригодны для определения расстояний до предметов, ограниченных резкими линиями (вехи, мачты, трубы, здания и т. п.), и не требуют точной вертикальной наводки, так как безразлично в каком месте пересечь изображение предмета разделительной линией; ввиду этого этот тип дальмера является наиболее удобным для определения расстояний в море, а потому он и принят для снабжения судов флота.

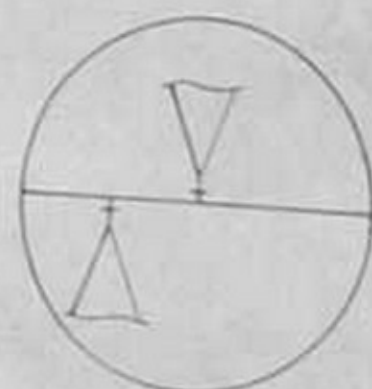
Имеются дальмеры, у которых передвигается не все верхнее изображение, а только небольшая полоска, как изображено на чертеже 17, но на практике они оказались менее удобными, чем обыкновенные «кoinциденц», и потому мало употребительны.

2) С двойным изображением (нижнее прямое, верхнее перевернутое) (тип *Invert*).

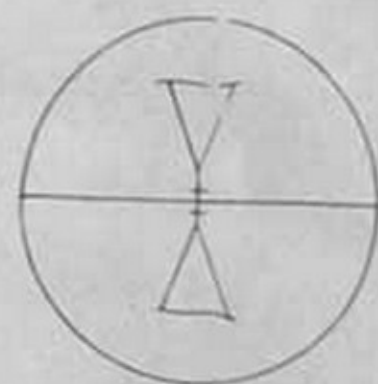
В дальмерах этого типа оба изображения разграничены разделительной линией, касаясь ее, при чем верхнее изображение, обычно смещенное относительно нижнего (черт. 18), при перемещении измерительного клина передвигается относительно нижнего неподвижного изображения, пока оба изображения—перевернутое верхнее и прямое нижнее—не придутся в точности одно над другим (чертежи 19 и 20).



Черт. 17.



Черт. 18.



Черт. 19.

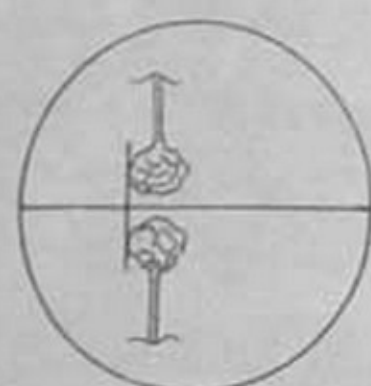
При измерении расстояний до предметов, ограниченных вертикальными прямыми, изображения должны быть сведены так, чтобы одно изображение непосредственно переходило в другое; дальмеры этого типа пригодны для определения расстояний и до предметов, в которых отсутствуют вертикальные или прямые линии, но имеются резко выраженные точки на верхнем обводе (лес, кустарник и т. п.); для облегчения измерения расстояний до предметов, с характерными точками на боковом обводе, иногда в поле зрения дальмера с двойным изображением проводят вертикальную черту (черт. 21), относительно которой и совмещают изображения. Ошибки по высоте у этих дальмеров всегда резко заметны. На черт. 22 показано, когда верхнее изображение не дошло до разделительной линии, а на чертеже 23, когда верхнее изображение скрылось за разделительной линией, т. е. изображения зашли друг за друга по высоте.

Так как в верхней половине поля зрения наблюдаются те же предметы, что и в нижней половине, только в перевернутом виде, то для ориентировки может быть использована только половина поля зрения и, следовательно, дальномеры с двойным изображением имеют по вертикали поле зрения вдвое меньше, чем дальномеры с одиночным изображением. Чтобы иметь полное поле зрения у этих дальномеров, фирмой Цейсс было предложено давать обратное изображение только в не большом окошкообразном вырезе над разделительной линией; вся остальная часть изображения остается в прямом виде.

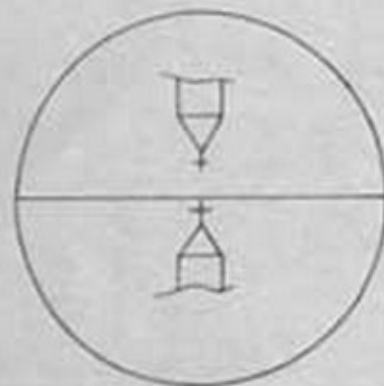


Черт. 20.

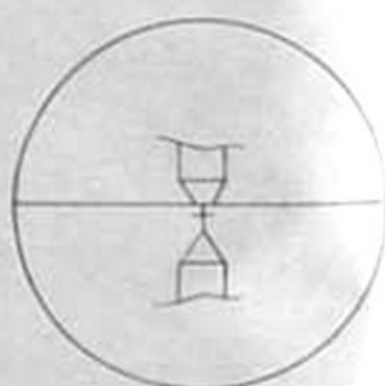
Из сравнения чертежей 20 и 24 видно, что при рассмотрении одного и того же



Черт. 21.



Черт. 22.



Черт. 23.

ландшафта, в обыкновенном дальномере с двойным изображением, поле зрения будет вдвое меньше и ориентировка гораздо труднее, так как для наблюдателя скрыта вся местность, находящаяся дальше предмета, до которого определяют расстояние, между тем как она далеко видна при наблюдении в дальномере с окошкообразным вырезом.

Для измерения расстояний до огней или до звезды, дальномер с двойным изображением может быть употреблен и без астигматора; следует

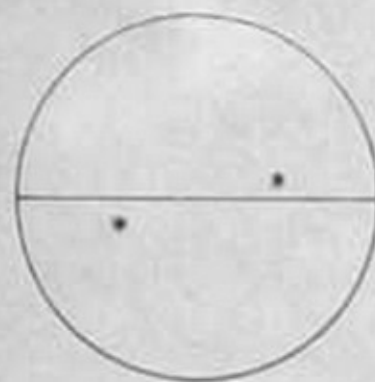


Черт. 24.

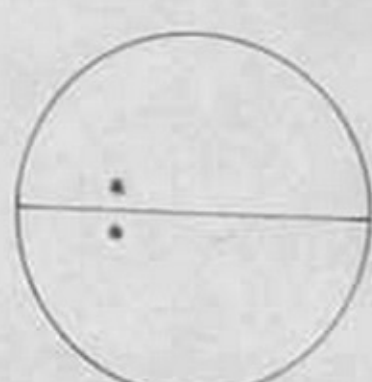
навести дальномер таким образом, чтобы получить два изображения светящейся точки вблизи линии раздела (чертежи 25 и 26).

Так как в дальномерах с двойным изображением для измерения расстояний необходимо точно привести вершины изображений к разделительной линии, то дальномеры эти нуждаются в точной вертикальной наводке, а, значит, в неподвижном основании, вот почему они для судов флота мало пригодны. Наоборот, на суше, где редко встречаются в боевой обстановке предметы, ограниченные резкими вертикальными линиями, употребляются почти исключительно дальномеры с двойным изображением, тем более, что, не требуя для совмещения изображений резко очерченных контуров, дальномеры эти более пригодны, чем дальномеры с одиночным изображением для измерений в неясную погоду.

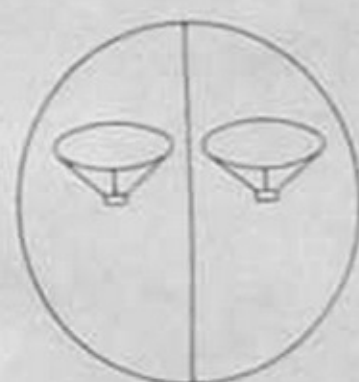
В береговой артиллерии наряду с дальномерами с одиночным изображением (большинство) применяют иногда и дальномеры с двойным



Черт. 25.



Черт. 26.



Черт. 27.

изображением, в зависимости от цели, до которой с этой батареи придется измерять расстояния.

3) С симметричными изображениями (тип Symmetrie).

В дальномерах этого типа разделительная линия вертикальна; оба частичных изображения перевернуты в отношении правой и левой стороны, т. е. правое изображение является как бы зеркальным левого, чтобы одинаковые точки приходились у разделительной линии одна против другой (чертеж 27).

Для измерения дистанций необходима точная горизонтальная наводка (солидный штатив). Этот тип дальномера пригоден для измерения расстояний до предметов, контуры которых не ограничены резкими прямыми линиями и не имеют характерных выдающихся точек (например, до аэро-целей), но практика показала, что они мало удобны и потому почти не употребляются.

§ 7. 4 1/2-футовый дальномер Барра и Струда.

1) Главные конструктивные и оптические данные дальномера.

Длина базы дальномера 4,5 фута.

Расстояние между центрами подшипниковых колец 460 мм

Шкала дистанций	от 4 до 100 кабельтовых.
Увеличение дальномера	26
Истинное поле зрения	1° 3'
Диаметр выходного зрачка	2 мм
Светосила	4
Увеличение искателя	4
Истинное поле зрения	около 7°
Вес дальномера	22,8 килограмма.
Вес установки	108
Напряжение на зажимах аккумуляторной батареи	4, 5—3 вольт.

2) Наружное устройство дальномера.

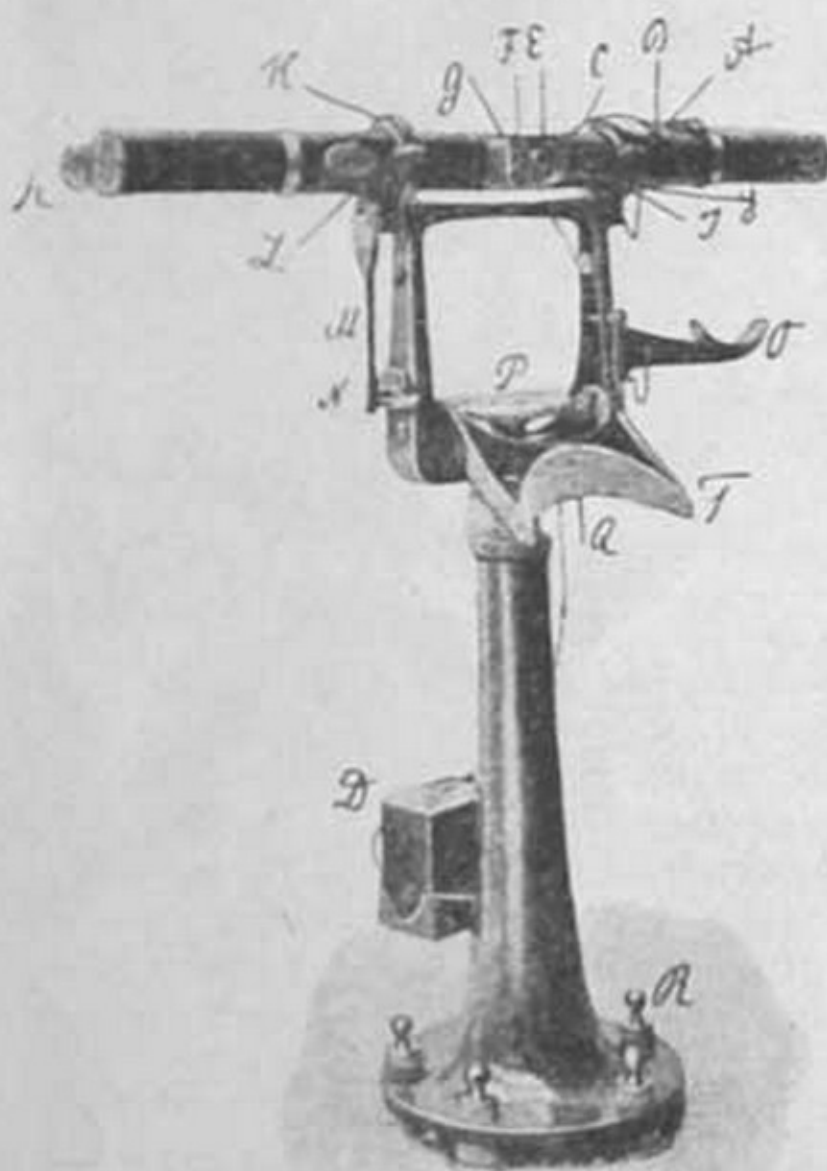
Дальномер состоит из наружного корпуса и внутреннего остова.

Наружный корпус служит для защиты внутреннего остова, в котором находятся все стекла дальномера (кроме окуляра). Чтобы замедлить, а также уравнивать передачу тепла от одних частей прибора к другим, наружный корпус сделан из двух концентрических труб с воздушным промежутком между ними: внутренняя — медная, а внешняя — латунная. На наружном корпусе расположены валики всех приспособлений, необходимых для измерения дистанции и для производства выверки дальномера.

На чертеже 28 дан наружный вид дальномера с тумбой.

Черт. 28.

- A — Измерительный валик.
- B — Кнопка для освещения шкалы.
- C — Провод к лампочке для освещения шкалы.
- D — Аккумуляторная батарея.
- E — Окуляр дальномера.
- F — Окуляр искателя и для отсчета дистанции на шкале.
- G — Резиновая ширма для защиты глаз от ветра и бокового света и для устойчивого положения головы.



H — Кожухи, препятствующие попаданию прямых лучей солнца и предохраняющие от угольной пыли, брызг и дождя.

I — Ролики и подшипники на тумбе.

K — Откидные наметки подшипников.

L — Засовы (стопорные болты для наметок).

M — Рычаг на шарнире для вертикальной наводки дальномера.

N — Ручка для поворота вертлюга тумбы с дальномером.

O — Упор для локтя правой руки.

P — Маховик для подъема вертлюга с дальномером по росту наблюдателя.

Q — Стопор поворота.

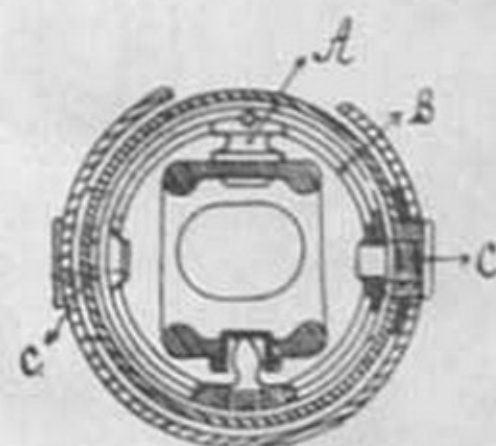
R — Крепительные болты к палубе.

T — Откидной нагрудный упор.

Y — Ползун астigmatора.

3) Внутреннее устройство дальномера.

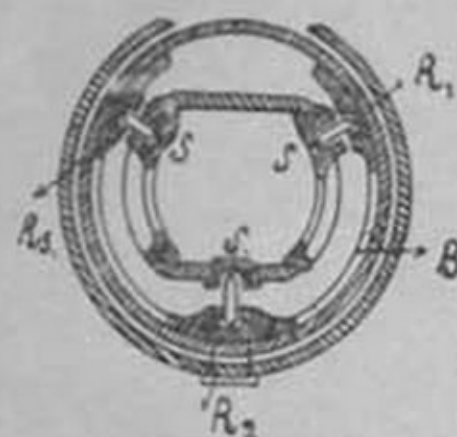
Все стекла, находящиеся внутри дальномера, укреплены во внутреннем остова, который состоит из двух вытянутых медных брусков (верхнего и нижнего), соединенных между собой с двух сторон медными же брусками, изогнутыми в виде зигзага. Таким образом, получившаяся балка будет хорошо сопротивляться изгибу в горизонтальной плоскости, т. е. в плоскости измерительного треугольника, что в отношении точности показаний прибора наиболее важно. Кроме того, такая открытая балка представляет гораздо меньшую поверхность, подверженную действию тепла, и получается более равномерное распределение его, так как часть лучей распространится непосредственно через прорезы остова к отдаленным частям прибора, не нагреваемых в данный момент солнечными лучами. Но необходимо не только, чтобы рама не изгибалась от разности нагрева ее частей, но и чтобы никакие усилия и давления на наружный корпус, даже от головы или рук наблюдателя, не влияли на нее; это достигается следующей опорой внутреннего остова на наружный корпус, благодаря которому даже небольшой изгиб или скручивание трубы наружного корпуса не передаются внутреннему остова. Опора эта, служащая в то же время и соединением внутреннего остова с наружным корпусом устроена так: в двух местах с левой и правой стороны к внутреннему остова прикреплено по кольцу. С левой стороны это кольцо соединяется с внутренним остова посредством двух вертикальных цапф A, ввинченных в кольцо B сверху и снизу (черт. 29а) и входящих в гнезда внутреннего остова; с наружным корпусом кольцо это соединяется посредством двух горизонтальных цапф C, укрепленных в наружном корпусе и входящих в гнезда кольца, т. е. здесь получается карданов подвес; следовательно, внутренний остова дальномера прикреплен с левой стороны к наружной трубе так, что если бы правый конец остова был свободен, то его можно было бы



Черт. 29а.

в некоторых пределах поворачивать вокруг горизонтальной и вертикальной оси, но продольно двигаться и разворачиваться внутри он не может.

С правой стороны соединение остова с наружным корпусом устроено иначе, так как здесь не должно быть противодействия остову ни против передвижения, ни против вращения, ввиду того, что такое противодействие уже имеется в поддержке левой стороны (черт. 296).

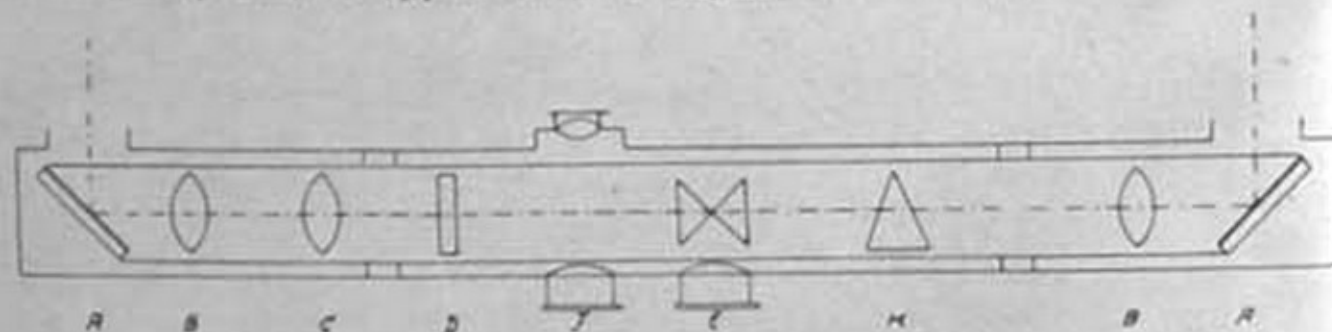


Черт. 296.

Соединительное кольцо В привинчено к наружному корпусу стопорным винтом. В кольцо снизу и с двух сторон привинчены три стальных винта R_1 , R_2 и R_3 с коническими гнездами на концах. Также конические гнезда имеются и на самом остове. В каждое гнездо остова вставлен двойной конус (в виде тонкого жолудя) из закаленной стали, другим концом упирающийся в гнездо винта R_1 , R_2 или R_3 .

Таким образом, внутренний остов дальномера, подвергаясь изменению в размерах, вследствие колебания температуры, имея задерживание только у левого кольца, не встречает никаких препятствий в движениях и потому не будет изгибаться.

Оптику внутреннего остова можно считать состоящей из двух отдельных зрительных труб, из которых правая дает изображение предмета в верхней части поля зрения правого окуляра дальномера, а левая труба в нижней части поля зрения того же правого окуляра, так как объективы у каждой трубы свои, а окуляр один общий.



Черт. 30.

На чертеже 30 дана схема расположения всех стекол в дальномере.

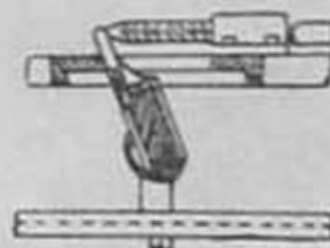
- А — Концевые отражатели.
- В — Объективы.
- С — Коррекционная линза.
- Д — Выверочная плитка для уничтожения половинения.
- Е — Центральные призмы (на середине пунктирной линии черт. 30).
- Н — Сводящая призма.
- И — Объектив искателя (на середине верхней части черт. 30).
- Е — Окуляр дальномера.
- Р — Окуляр искателя и для отсчета дистанций на шкале.

Концевые отражатели (зеркала или призмы) закреплены на концах внутреннего остова.

Объективы ахроматичные; они защищены от нажатия по окружности мягкой прокладкой, а по кромке ребра сверху и снизу пробкой, и вставлены в специальные держатели, крышки которых так устроены, что будучи завинчены до места, мягко укрепляют объективы в своих оправах. Для точной установки объективов в определенном расстоянии, держатели объективов могут быть передвигаемы внутри остова; после же окончательной установки их в надлежащем положении они закрепляются винтами.

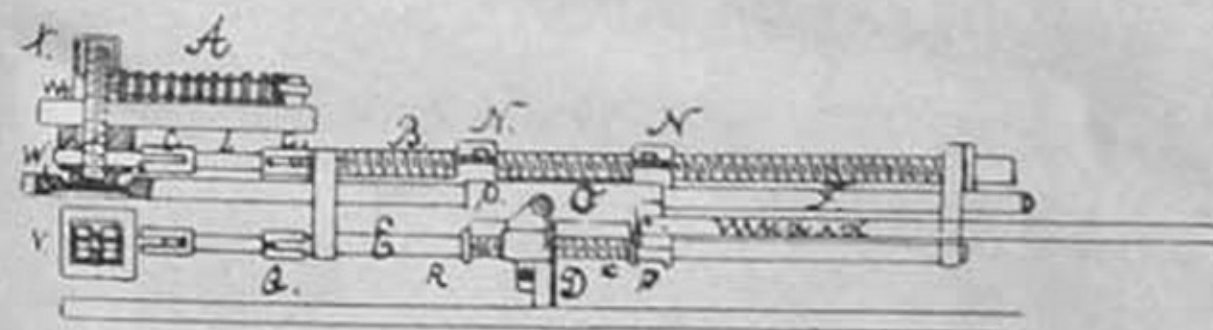
Коррекционная линза помещена на пути левого пучка лучей и предназначена уравнивать по величине обе части изображения, получаемые от разных объективов, т. е. чтобы увеличение обоих телескопических систем, и правой и левой, было одинаково.

Оптическая сила ее и место линзы подбирается так, чтобы фокальная плоскость левой трубы совпала с фокальной плоскостью правой, т. е. чтобы при установленных объективах обе части изображения и разделяющая линия были видны одинаково отчетливо.



Черт. 31.

Выверочная плитка (стекло с плоско-параллельными гранями) для уничтожения ошибки на половинение поставлена в левой части дальномера и может иметь вращение около горизонтальной оси; на чертеже 31 ясно видно ее устройство: вращающий вал, расположенный



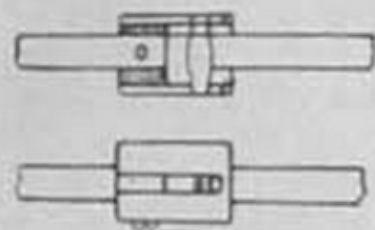
Черт. 32.

параллельно оси дальномера, мы заставляем его ввинчиваться или вывинчиваться из неподвижной гайки; конец этого валика упирается в выступ на обойме плитки и при ввинчивании заставляя ее наклоняться и в то же время растягивает небольшую спиральную пружину, один конец которой прикреплен к выступу плитки, а другой к внутреннему остову. При вывинчивании валика, конец его будет отходить от плитки, а пружина будет все время прижимать плитку к нему и потому можно получить наклон плитки в другую сторону; следовательно, лучи могут быть опущены или приподняты в вертикальной плоскости, оставаясь параллельными своему направлению, т. е. ошибка на половинение может быть уничтожена.

Сводящая призма помещена на пути правого пучка лучей, она ахроматична, имеет преломляющий угол около 3° ; величина про-

дольного перемещения ее характеризует измеренное расстояние. Вместе с призмой передвигается шкала мимо неподвижного индекса.

Передвижение призмы и шкалы производит сводящий механизм, показанный на чертеже 32. Он состоит из наружного валика A (называемого измерительным или сводящим), на конце которого насажена шестеренка W_1 , сцепляющаяся с шестеренкой W_2 ; шпиндель ее соединяется с навинченным валом B посредством отдельного валика L , имеющего в каждом конце петли C_1 и C_2 . Конструкция этих петель показана отдельно на чертеже 33; они предназначены предохранять от случайных усилий при вращении, которые могут сообщаться валу B , прикрепленному к внутреннему остову.



Черт. 33.

По винтовому валу B (чер. 32), при вращении, может передвигаться продольно ползун O , благодаря двум разрезным навинченным муфточкам N , прикрепленным к ползуну. Держатель D , сводящий призмы, не прикреплен непосредственно к ползуну O , а соединение это устроено так: внизу ползуна (глядя на чертеж с правой стороны) имеется вилка F , составляющая одно целое с ползуну; вилка эта охватывает шейку валика K , между двумя запечиками, а на навинченной части его одет призмодержатель D ; винт K полый и на длинной шпильке насажен на валике E , следовательно, если будем вращать измерительный валик A , будет вращаться винтовой валик B , а по нем продольно будет передвигаться ползун O , вместе с винтовым валиком K , а значит, и с призмодержателем D , при чем неподвижный валик E будет входить во внутреннюю или выходить из валика K , а так как к ползуну привинчена на постоянную шкала с делениями дистанций, то от измерительного валика вместе с передвижением призмы будет передвигаться и шкала.

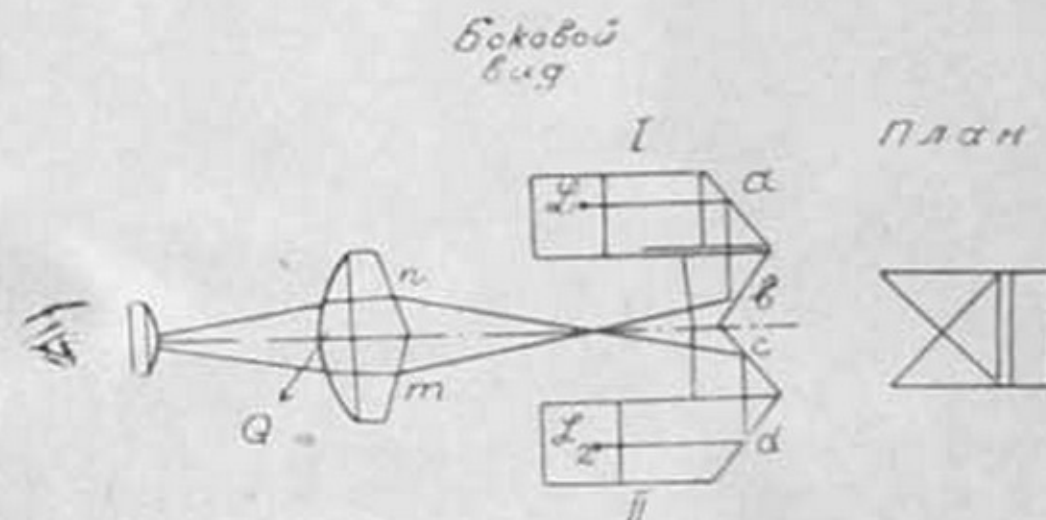
Для передвижения призмы, одной без шкалы, нужно вращать только шестеренку V , вращение которой передается валику E , а так как винт K сидит на валике E на длинной шпильке, то будет вращаться и винт K , а призмодержатель D будет по нем продольно перемещаться; ползун O , вместе со шкалой, будет стоять тогда на месте.

Центральная призмная система установлена вместо средних зеркал, описанных в первоначальном дальномере Барра и Струда; она должна выполнить три функции: во-первых, повернуть лучи, идущие вдоль базы дальномера, на 90° к наблюдателю, во-вторых, дать полное обращение изображению предмета, так как иначе изображение будет обратное, и, в-третьих, дать от правой части дальномера верхнюю часть предмета, а от левой нижнюю.

Центральная призмная система состоит из двух одинаковых, довольно сложного вида, призм, поставленных по вертикали одна над другой, и разделительной линзы, представляющей собой двояковыпуклое стекло, у которого одна сферическая поверхность сточена ребром; боковой вид и вид в плане этой системы показаны на чертеже 34.

Верхняя призма принимает лучи от левой части дальномера, а нижняя от правой, значит лучи L_1 и L_2 входят в призмы I и II с разных сторон в направлении перпендикулярном чертежу бокового вида.

В каждой призме лучи отражаются от граней их три раза. Из левой части дальномера лучи, войдя в призму I перпендикулярно ее грани, упадут на скошенную грань, отразятся от нее с поворотом на 90° в горизонтальной плоскости, затем отразятся от грани a , повернутся вниз и отразятся последний раз от грани b по направлению к наблюдателю; по дороге лучей находится разделительная линза, при чем ребро ее должно быть установлено совершенно горизонтально, иначе граница между верхним и нижним изображением, так называемая, разделительная линия будет не горизонтальна. Лучи, идущие от левой части дальномера и прошед-

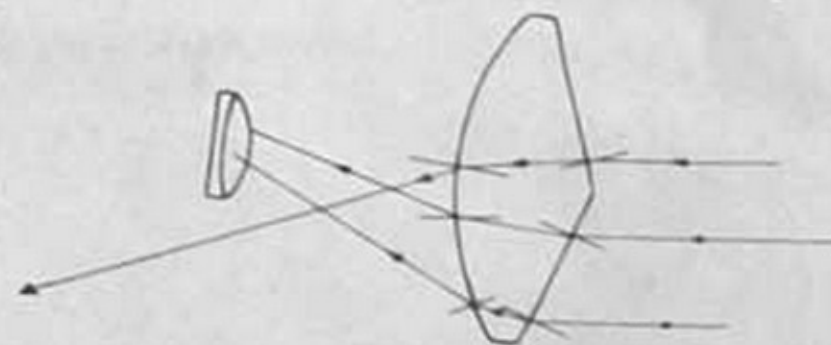


Черт. 34.

шие, следовательно, через верхнюю призму I, упадут на разделительную линзу, по направлению сверху вниз, при чем все лучи, упавшие на нее ниже разделительной грани, т.-е. лучи от нижней части предмета, преломятся по направлению окуляра и, следовательно, попадут в глаз наблюдателя; лучи же, упавшие на линзу выше ребра (т.-е. лучи от верхней части предмета), преломятся под таким углом, что в окуляр не попадут, что и видно на черт. 35, и мы от левой части дальномера верхней части предмета не увидим.

Точно таким же образом лучи, поступающие от правой части дальномера, войдут в нижнюю призму II и выйдут из нее по направлению снизу вверх, при чем все лучи, упавшие на нее выше разделительной линии, т.-е. лучи от верхней части предмета, преломятся по направлению окуляра, лучи же упавшие на линзу ниже ребра, преломятся под таким углом, что в окуляр не попадут. Окончательно мы будем видеть полное изображение предмета, но верхняя часть будет от правой части дальномера, а нижняя от левой.

Глядя на чертеж 34, видно, что при отражении в призмах произойдет и полное обращение изображения предмета; так, при первом отражении в призме (от грани f), правая сторона станет левой, а при отражении от граней a и b верх станет низом; то же произойдет и в призме II.

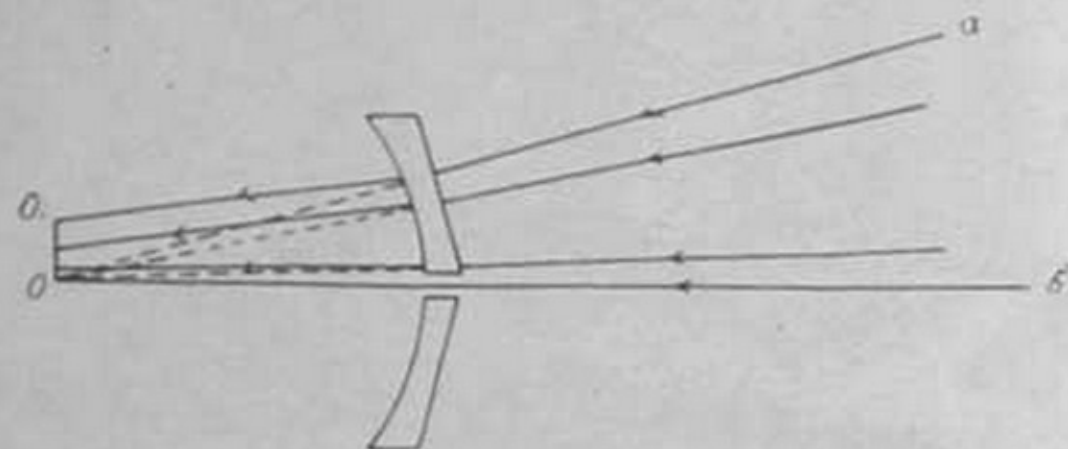


Черт. 35.

таким образом, изображения перевернутые объективами призмы обратят обратно и мы будем видеть изображения прямыми.

Астигматор или преобразователь представляет собой два небольших цилиндрических плоско-вогнутых стекла, расположенных горизонтально одно над другим. Действие астигматора показано на прилагаемом чертеже 36.

Пучек лучей aob без астигматора сошелся бы в точке o и дал бы, таким образом, там изображение светящейся точки. Если однако

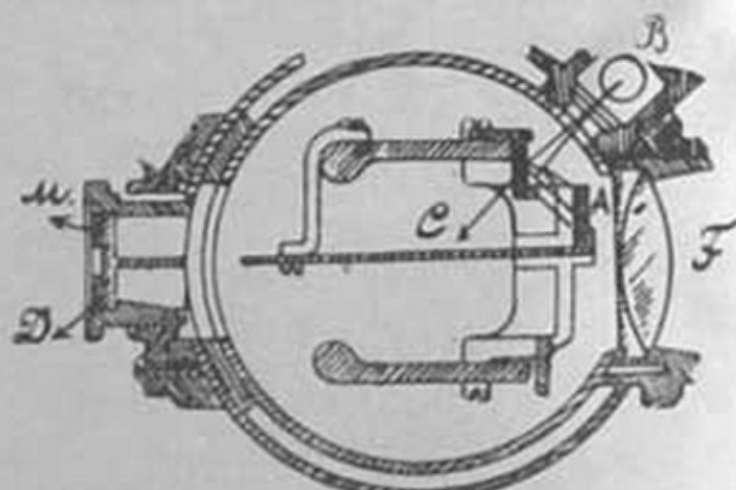


Черт. 36.

на пути лучей названного пучка поставить астигматор, то пучек лучей сделается растянутым в вертикальном направлении (так как астигматор цилиндрическое стекло, установленное горизонтально) и вместо светящейся точки в качестве изображения получится светлая вертикальная черта OO_1 . От другой части дальномера получится другая половина черты (черт. 37), это даст возможность легче свести эти две светя-



Черт. 37.



Черт. 38.

щиеся линии в одну и этим определить расстояние до светящейся точки (например, до огня отдаленного маяка или корабля, или до звезды). Чем без астигматора, когда изображение светящейся точки была тоже точка, которую чрезвычайно трудно было бы для определения расстояния разделить пополам.

Вводится астигматор при помощи специального ползуна, находящегося на наружном корпусе внизу; от передвижения ползуна передвигается планка, на конце которой и укреплены оба стекла астигматора.

устанавливаемыми, когда это нужно, по дороге лучей между центральными призмами и раздельной линзой.

Искатель представляет собой трубу Галилея с довольно большим полем зрения и маленьким увеличением; необходим искатель потому, что в дальномере для получения определенной точности желательно применение возможно большего увеличения, а благодаря этому, поле зрения дальномера будет очень мало; при малом же поле зрения не только трудно уловить цель в прибор, но и легко потерять уже наблюдаемый предмет; по этому каждый дальномер имеет всегда еще одну оптическую систему — зрительную трубу с большим полем зрения, которая служит для облегчения отыскивания нужного предмета. Смотря левым глазом в искатель нужно привести предмет в середину поля зрения. При этом положении дальномера, смотря одновременно правым глазом в правый окуляр (окуляр дальномера), мы увидим предмет в сильно увеличенном виде в дальномере. Для того, чтобы это было верно при всякой ширине, глаз наблюдателя — объектив искателя (находящийся в наружной трубе как раз напротив левого окуляра), сделан немного передвижным и должен быть заранее установлен по ширине глаз наблюдателя, для чего там нанесены цифры, указывающие это расстояние.

Так как левый глаз должен не только смотреть в искатель, но и производить отсчеты измеренной дистанции, то левый окуляр устроен так: верхняя половина его, собирательная линза M , которая является лупой, чтобы видеть деления на шкале в увеличенном виде, а нижняя половина, представляющая собой окуляр Галилеевской трубы, — рассеивательная линза; на чертеже 38 окуляр искателя — D , а объектив его — F .

Шкала дальномера длиной 150 мм сделана из слоновой кости и разбита на кабельтовы. Освещается шкала лампочкой B , свет которой падает на шкалу, отразившись от пластинки C .

Выключатель лампочки находится рядом с измерительным валом, но необходимо вставить штепсели в выключатель и в патрон лампочки, чтобы дать ток от батарей.

Наименьшее деление на шкале 4 каб., наибольшее 100 каб.; остальные деления нанесены по закону, указанному выше, при чем

от 4 каб. до	10 каб.	нанесены через	$\frac{1}{4}$ каб.
- 10	- 40	-	$\frac{1}{4}$
- 40	- 51	-	$\frac{1}{2}$
- 51	- 55	-	1
- 55	- 80	-	5
- 80	- 100	-	10

Бесконечно большое расстояние отмечено звездочкой (*), по ту и другую сторону которой нанесены по 3 деления, служащие для выверки дальномера.

4) Выверка дальномера.

Механическая и оптическая конструкции дальномера рассчитаны таким образом, что обычные сотрясения, удары и изменения температуры почти не влияют на точность его показаний; другими словами дальномер является вполне надежным судовым прибором. Однако, про-

должительная тряска, перевозка, сильные толчки и в особенности резкие колебания температуры вызывают иногда расстройство дальномера, следствием чего является неправильное измерение дистанций; а потому, и вполне исправный дальномер на корабле необходимо время от времени выверять.

Из разобранных раньше погрешностей дальномера видно, что на корабле можно исправлять две ошибки дальномера:

а) Ошибка на половинение, которая уничтожается наклонением стекла с плоско-параллельными гранями, от вращения шестеренки с надписью «не полное или удвоенное изображение» (метод уничтожения ее подробно был описан выше в разделе ошибок дальномера), при чем ошибка эта должна быть уничтожена первой.

б) Ошибка на согласование, которая у этого дальномера может быть уничтожена по земному предмету, расстояние до которого точно известно, или по небесным светилам, или при помощи специальной трубы внешнего выверителя (устройство ее будет дано ниже).

Во всех случаях выверку на согласование у $4\frac{1}{2}$ -футового дальномера Барра и Струда, нужно производить так:

1) Измерительным валиком точно совместить изображение предмета.

2) Если измеренное расстояние не соответствует истинному, то измерительным валиком подвести под индекс отсчет истинного расстояния (при выверке по небесным светилам или по внешнему выверителю очевидно нужно подвести под индекс ∞).

3) Отодвинуть кольцо, прикрывающее выверочные шестеренки.

4) Вращать шестеренку «совпадения», передвигая этим одну призму без шкалы, пока изображение предмета не будет вновь совмещено.

5) Поставить кольцо, прикрывающее выверочные шестеренки, на место.

Примечание. При выверке по солнцу нужно одевать на окуляр затемняющее стекло, а при выверке по звезде вводить астигматор.

§ 8. 9-футовый дальномер Барра и Струда типа F. Q.

1) Главные конструктивные и оптические данные дальномера.

Длина базы дальномера	9 фут=2,74 метра.
Шкала дистанций	от 5 до 200 кабельт.
Окуляр дальномера наклонен к горизонтальной плоскости под углом	45°
Окуляр искателя под углом	90°
Увеличение дальномера	28
Истинное поле зрения	1° 28'
Диаметр выходного зрачка	2 мм
Светосила	4
Увеличение искателя	4
Истинное поле зрения	9°
Вес дальномера	74 кг

Вес установки 112 кг

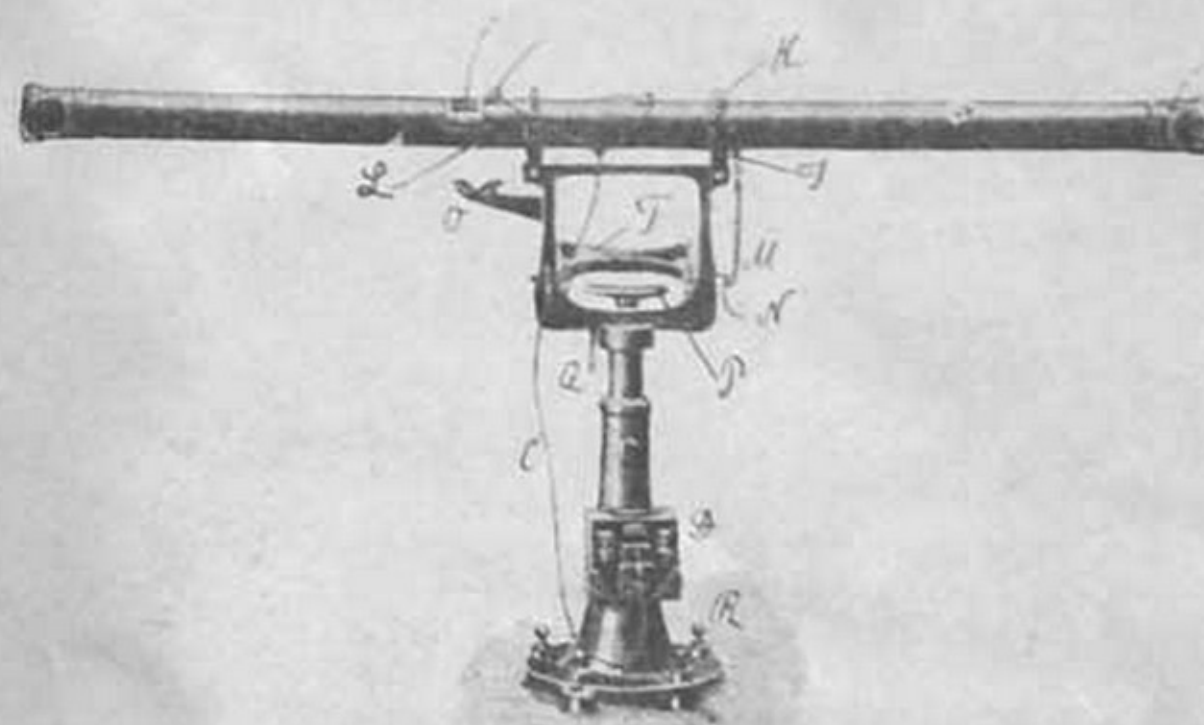
Напряжение на зажимах аккумуляторной батареи 4,5—3 вольт.

2) Наружное устройство дальномера.

Дальномер состоит из наружного корпуса и внутреннего остова.

Наружный корпус служит для защиты внутреннего остова, в котором находятся особо чувствительные к внешнему воздействию части оптической системы дальномера—объективы и центральные призмы.

Чтобы замедлить, а также уравнять передачу тепла от одних частей дальномера к другим, наружный корпус сделан из двух концентрических труб с воздушным промежутком между ними: внутренняя медная, а внешняя латунная. На наружном корпусе расположены валики всех



Черт. 39.

приспособлений, необходимых для измерения дистанций и для производства выверок дальномера.

На наружном же корпусе сделаны подпунктирные кольца, которыми дальномер накладывается на подпунктиры дальномерной установки, при чем эти кольца составляют одно целое с внутренними соединительными кольцевыми поясками, укрепляющими корпус дальномера; этим устраняется всякая возможность деформации дальномерного корпуса в этих точках наибольшего напряжения.

На чертеже 39 дан наружный вид дальномера с тумбой (вид спереди, т.-е. со стороны окошек отражателя).

A — Измерительный валик.

B — Выключатель для освещения шкалы.

C — Провод к лампочкам для освещения шкалы.

D — Аккумулятор для освещения шкалы.

H — Кожухи, препятствующие попаданию прямых лучей солнца и предохраняющие от угольной пыли, брызг и дождя.

Дальномеры.

I — Ролики в подшипниках на тумбе.

K — Откидные наметки подшипников.

L — Ползун астigmatора.

M — Рукоятка для вертикальной наводки дальномера с тормазным рычагом, прикрепленным к передней плоскости рукоятки.

N — Ручка для поворота вертлюга тумбы с дальномером.

O — Упор для локтя правой руки.

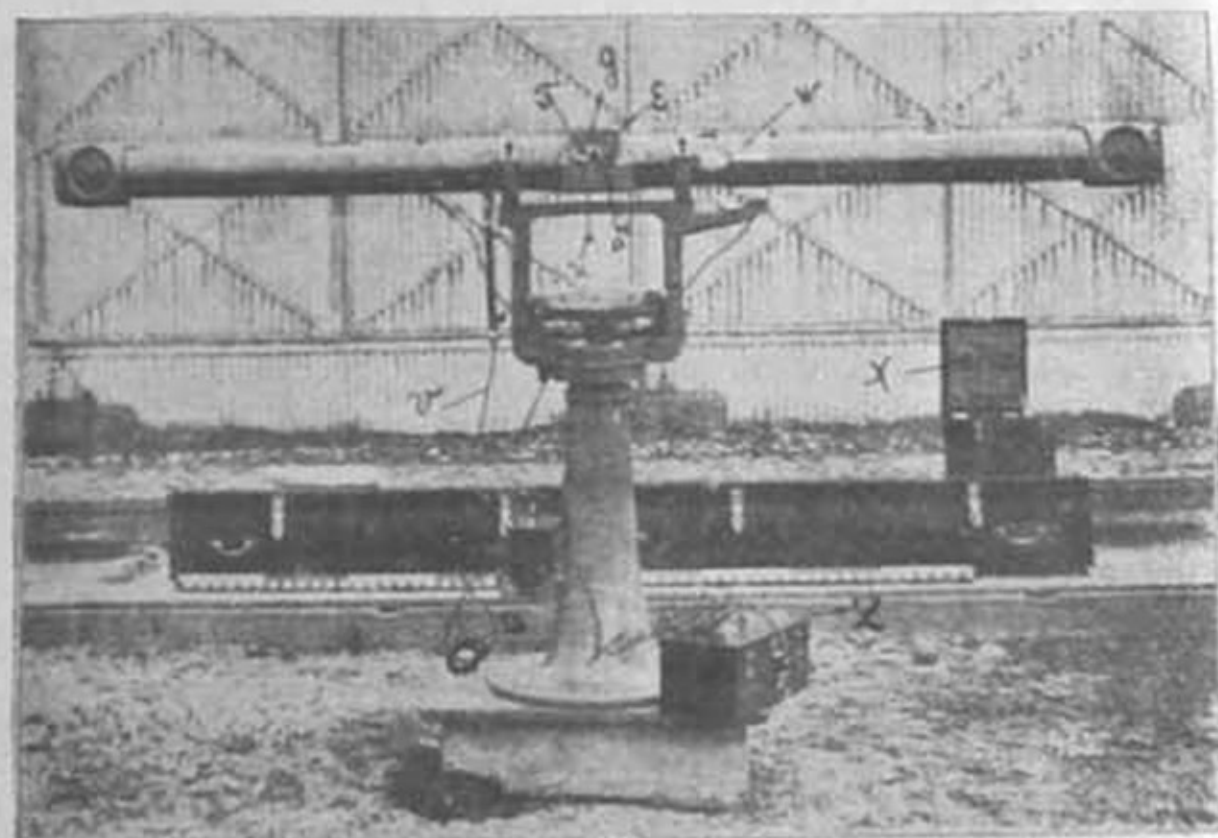
P — Маховик для подъема вертлюга с дальномером по росту наблюдателя.

Q — Стопор поворота.

R — Крепительные болты к палубе.

T — Откидной нагрудный упор.

На чертеже 40 дан наружный вид дальномера с тумбой (вид со стороны окуляра).



Черт. 40.

E — Окуляр дальномера.

S — Окуляр искателя.

F — Окуляр (луна) для отчета дистанций на шкале.

G — Резиновая ширма для защиты глаз от ветра и бокового света и для устойчивого положения головы.

U — Цветное стекло, одеваемое на окуляр дальномера.

V — Гибкая проволока, идущая от тормазного рычага рукоятки к пружинному тормазу, одетому на тумбу.

W — Сдвигающееся кольцо, прикрывающее свободный доступ к выверочным приспособлениям, т.-е. к валику половинения и к ползуну согласования.

Примечание. При любом положении кольца измерительный валик и ползун астigmatора остаются в вырезах кольца, так что доступ к ним всегда возможен.

Z — Батарея для освещения выверочных знаков.

Y — Ящик для укладки дальномера при перевозках.

X — Ящик с мелкими принадлежностями.

3) Внутреннее устройство дальномера.

Вся внутренняя оптика дальномера, кроме окуляра и концевых отражателей, помещается во внутреннем остова, устройство которого по идее такое же, как было описано выше у 4¹/₄-футового дальномера. Соединение внутреннего остова с наружным корпусом и с левой, и с правой сторон тоже совершенно подобное описанному, но только здесь внутренний остов значительно короче наружного, так как концевые отражатели установлены не в нем, а в отдельных бронзовых камерах. Камеры эти обточены немного на конус и входят в соответственные конусообразные гнезда, выточенные в немного расширенных оконечностях наружной трубы дальномера.

Концевые отражатели, принимающие лучи извне во внутрь дальномера и направляющие их к центральным призмам, принадлежат к известному типу призм Прандзеля (пента-призма); главное их достоинство, что поворот пентагональной призмы в плоскости измерения никоим образом не изменяет угла направления луча света, проходящего сквозь призму.

Каждый отражатель помещен в специальной оправе, которая, во избежание искривления, лишь тремя своими точками наложена на соответствующие упоры и притянута к ним при помощи сильной пружины.

Оптику внутреннего остова можно считать состоящей из двух отдельных зрительных труб, из которых правая дает изображение предмета в верхней части поля зрения правого окуляра дальномера, а левая труба в нижней части поля зрения того же правого окуляра, так как объективы у каждой трубы свои, а окуляр один общий.

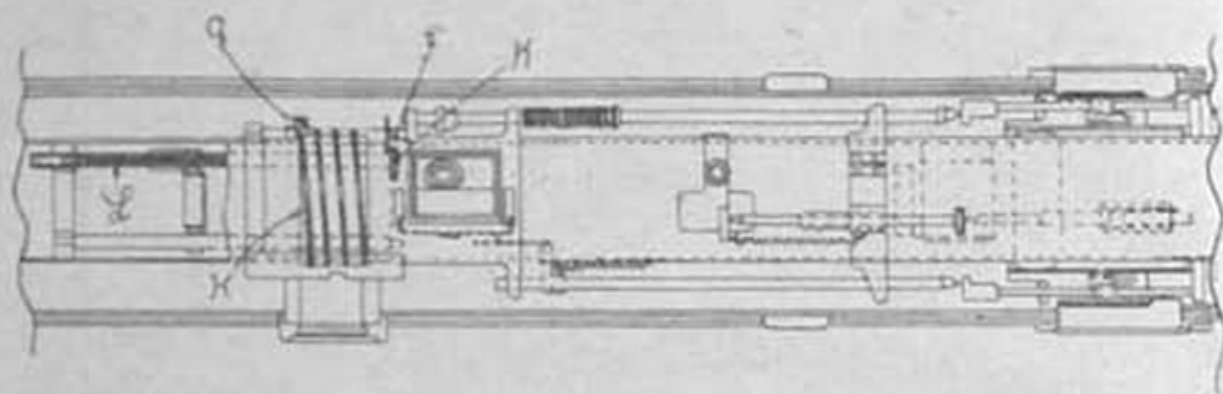
На чертеже 41 дана схема расположения всех стекол в дальномере.

Как видно из чертежа, сводящая призма здесь помещена с левой стороны, поэтому при передвижении ее будет перемещаться нижняя половина изображения предмета. Основанием она расположена от наблюдателя, так как концевые отражатели здесь — не зеркала с одними отражением, а пента-призмы, поворачивающие лучи на 90°.



Черт. 41.

Передвижение призмы и шкалы (навернутой спирально на барабан) производится сводящим механизмом, показанным на черт. 42 (продольный разрез средней части дальномера) и 43 (план). Он состоит из наружного валика *A*, называемого измерительным или сводящим, посредством гибкого соединения *B*, соединяющегося с промежуточным валиком *C*, который опять посредством гибкого соединения *D*, соединяющегося с передаточным валом *E*, на котором надеты на шпонках две шестеренки *G* и *F*, первая более широкая сцепляется с зубчаткой, насаженной по спирали на барабане, на котором нанесена шкала.

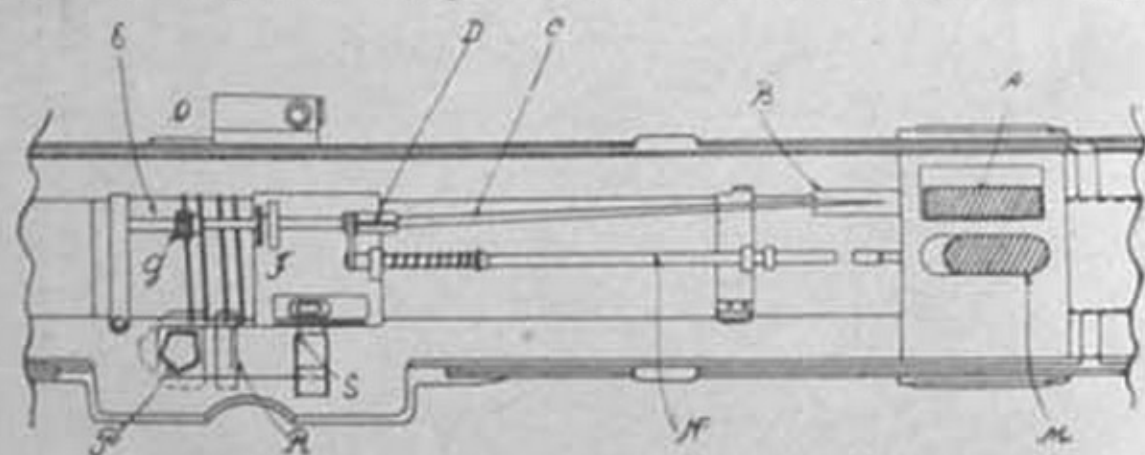


Черт. 42.

а вторая *F* сцепляется с шестеренкой *K*, одетой на конец сводящего винта *L*, по которому и ходит сводящая призма.

Таким образом, при вращении передаточного вала *E* (от вращения измерительного валика *A*), будут вращаться обе шестеренки *G* и *F*, при чем *G* будет вращать барабан со шкалой, а *F*, вращая сцепленную с ней шестеренку *K* и сводящий винт, будет передвигать сводящую призму.

У данной системы дальномера имеется приспособление, благодаря которому можно, вращая измерительный валик, передвигать одну шкалу

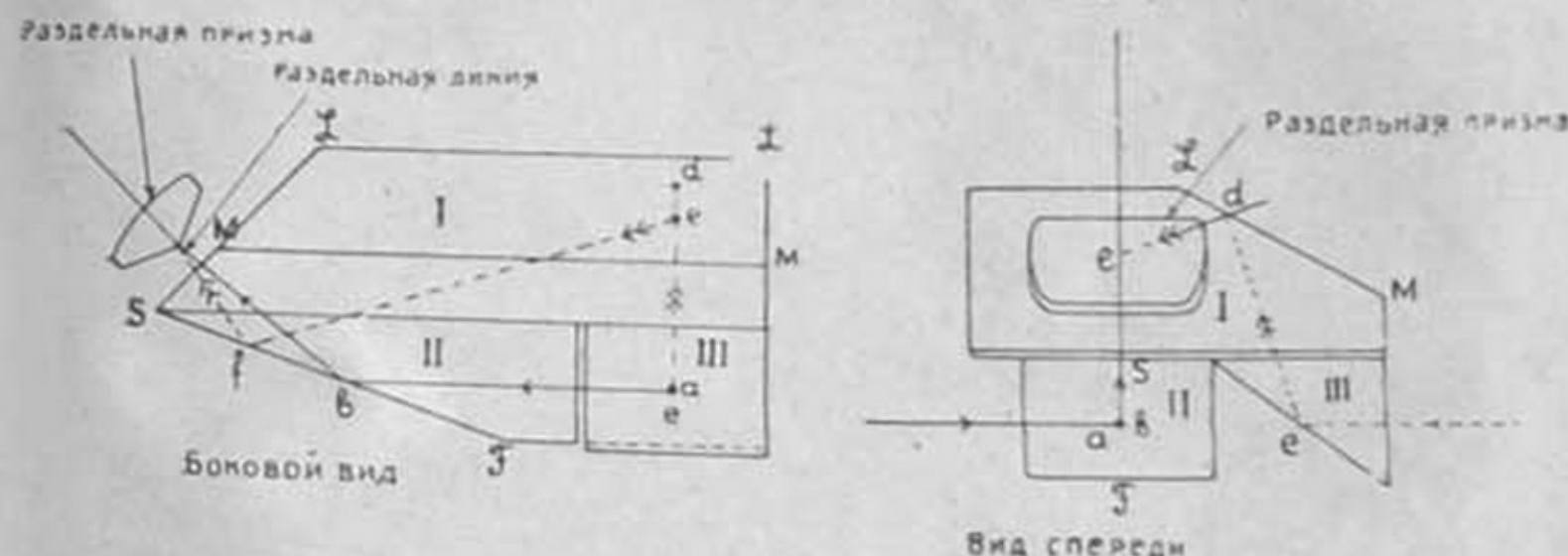


Черт. 43.

оставляя призму на месте. Для этого нужно передвинуть ползуна согласования *M* влево, тогда передаточный стержень *N* ползуна согласования передвинет влево передаточный валик *E* сводящего механизма, оставляя его все время соединенным, благодаря гибкому соединению *D* с измерительным валиком *A*, но при этом шестеренка *F*, отойдет влево от зубьев шестеренки *K* и при вращении передаточного вала *E* от измерительного валика *A* уже вращаться не будет, а следовательно,

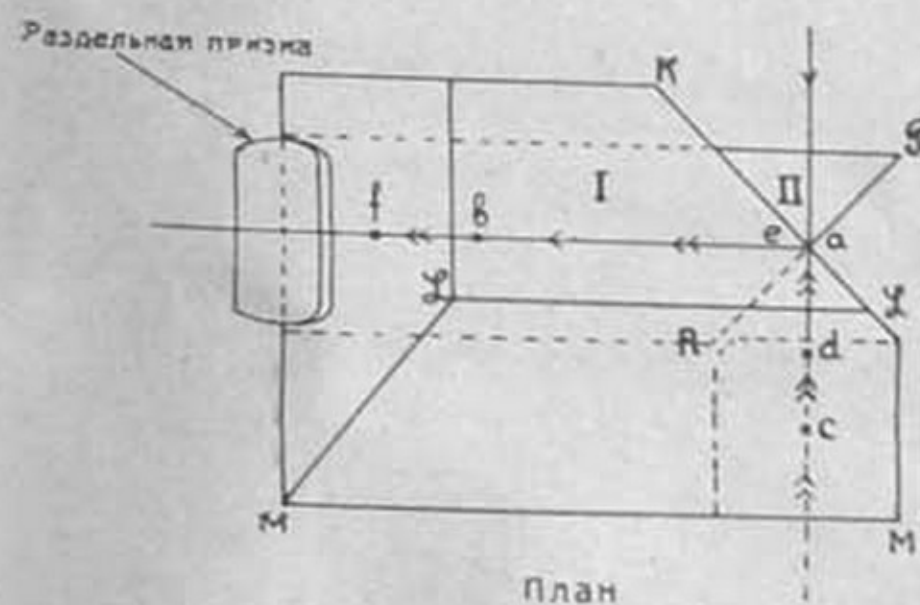
и призма ходить не будет; шестеренка же *G*, хотя и передвинется вместе с валом *E*, влево, но так как она значительно шире шестерни *F*, то она не выйдет из сцепления с зубчаткой *H* на барабане шкалы, и, следовательно, вращая измерительный валик *A*, будет вращать один барабан со шкалой, оставляя призму на месте.

Астигматор состоит из двух плоско-вогнутых цилиндрических линз, расположенных не вместе, как у $4\frac{1}{2}$ -футового дальномера,



Черт. 44.

Черт. 45.



Черт. 46.

а по обе стороны центральной призмной коробки, при чем становятся они в это положение при передвижении ползуна астигматора влево, тогда специальный кулак, насаженный на конце стержня, передвигающегося продольно, поворачивает рычаг обеих линз преобразователя и закидывает их поперек пути лучей от правой и левой части дальномера.

При обратном движении ползуна астигматора вправо, специально поставленная пружина возвращает обратно стержень преобразователя в свое прежнее положение.

Выверочная плитка, — стекло, с параллельными гранями, для уничтожения ошибки на половинение установлена в правой части дальномера. Привод для наклона плитки устроен совершенно так же, как было описано в $4\frac{1}{2}$ -футовом дальномере.

Коррекционная линза установлена в правой части дальномера.

Центральная призмная система должна выполнять три функции: во-первых, повернуть лучи, идущие вдоль базы дальномера, на 90° к наблюдателю, во-вторых, дать полное обращение изображению предмета, так как иначе изображение будет обратное, и, в-третьих, дать

от правой части дальномера верхнюю часть предмета и от левой — нижнюю.

Центральная призмная система состоит из трех склеенных довольно сложного вида, призм I, II и III и раздельной линзы, представляющей собой двояко-выпуклое стекло, у которого одна сферическая поверхность сточена ребром (чертежи 44, 45 и 46).

Лучи от левого объектива, обозначенные на чертеже сплошной линией с одной стрелкой, отразятся в призмах два раза; первый раз в точке *a* (черт. 46) о скошенную грань *PR* нижней призмы (II) отразится и повернется на 90° (к наблюдателю), при чем правая сторона изображения предмета станет левой и наоборот; второй раз отразится в точке *b* (черт. 44) о наклонную грань *SF* той-же призмы, при чем из того-же чертежа видно, что изображение предмета перевернется, т. е. верх предмета станет низом и наоборот. Отразившись об эту грань, лучи пройдут через верхнюю призму (I), выйдут через ее переднюю грань *SL* и упадут на раздельную линзу, при чем лучи, упавшие ниже ребра ее, преломятся по направлению правого окуляра, лучи же, упавшие выше ребра, преломятся под таким углом, что в окуляр не попадут (та же конструкция, что у $4\frac{1}{2}$ -фут. дальномера Барра и Струда на черт. 35).

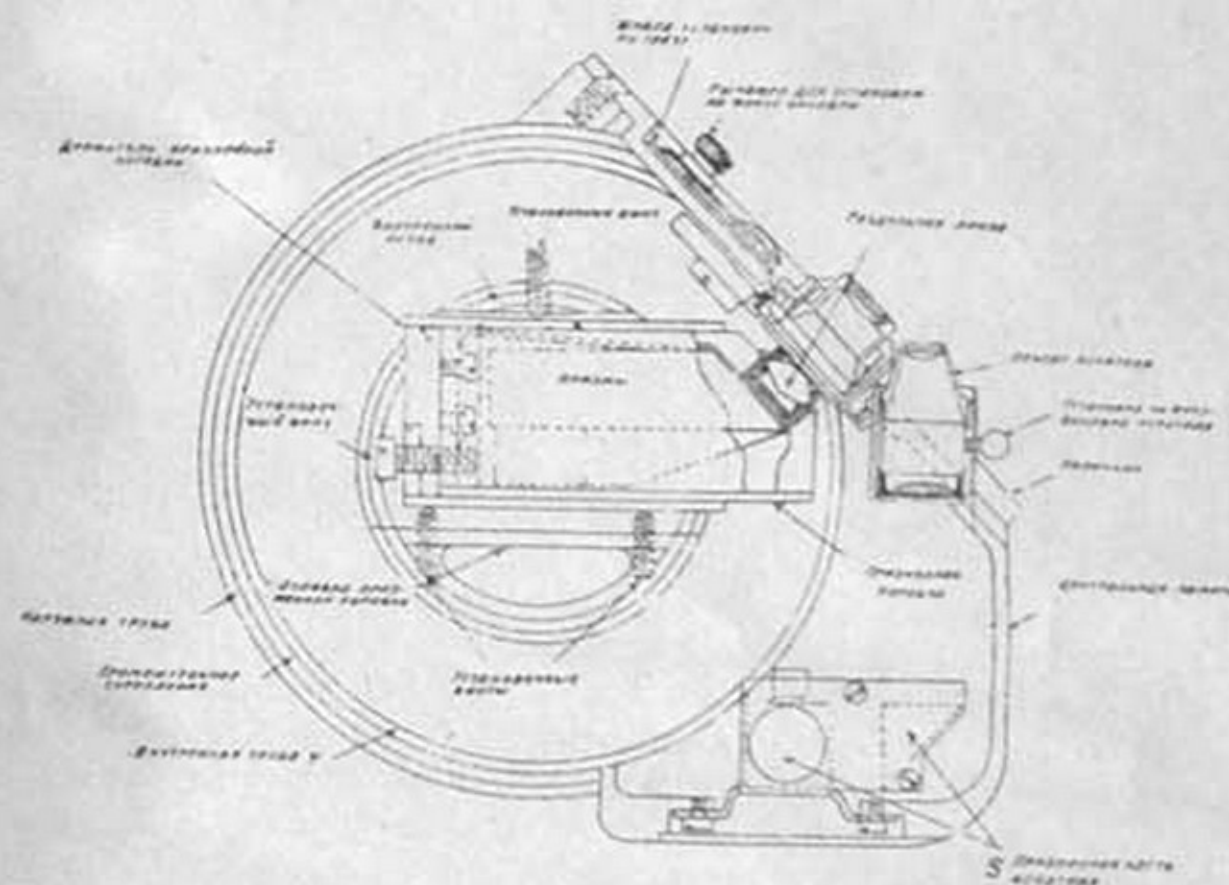
Лучи от правого объектива обозначены на чертеже с двумя стрелками; они отразятся в призмах четыре раза. Первый раз в точке *c* о грань маленькой нижней призмы (III), приклеенной сзади (черт. 45) и служащей, что-бы поднять эти лучи выше лучей левой части дальномера; второй раз отразится в точке *d* о верхнюю скошенную грань *LM* верхней призмы I; третий раз в точке *e* (черт. 46) о заднюю грань *KL* верхней призмы; здесь правая сторона изображения предмета станет левой и наоборот; после этого лучи пойдут вниз (черт. 44) и отразятся четвертый раз о наклонную грань *SF* нижней призмы (II) в точке *f*, при чем из чертежа видно, что здесь при отражении произойдет обращение изображения предмета, т. е. верх станет низом и наоборот. Из того-же чертежа видно, что благодаря тому, что лучи из правой части дальномера были подняты выше, они упадут на грань *SF* под более острым углом, чем лучи от левой части дальномера, и потому выйдя через ту же переднюю грань *SL* верхней призмы, упадут на раздельную линзу под другим углом чем лучи от левой части дальномера (больше снизу вверх), а, следовательно, как и в $4\frac{1}{2}$ -фут. дальномере, все лучи, упавшие выше ребра, преломятся по направлению правого окуляра дальномера, а упавшие ниже ребра, преломятся под таким углом, что в окуляр не попадут. В результате, глядя в правый окуляр, мы будем видеть полное изображение предмета, но верхняя часть будет от правой части дальномера, а нижняя от левой.

Окуляр дальномера укрепляется на наружной трубе дальномера; он наводится на фокус по глазу при помощи специального рычажка; положение рычажка определяется десятью цифрами от 0 до 10, в отверстия около которых может заскакивать рычажок своей защелкой. Таким образом, каждый наводчик, зная цифру, соответствующую своему

глазу, может устанавливать окуляр заранее перед началом наблюдений (черт. 47).

Искатель имеет свой окуляр, расположенный ниже окуляра дальномера, но тоже для наблюдения правым глазом. Середина поля зрения искателя обозначена небольшим кружком, соответствующим величине поля зрения дальномера; поэтому найдя предмет в искатель, нужно привести его в середину кружка и тогда смотреть в окуляр дальномера, где он уже будет виден в сильно увеличенном виде.

Устройство искателя видно из чертежей 43 и 47.



Черт. 47.

В средней части наружного корпуса дальномера имеется отверстие *O*, (окошко черт. 43), в которое вставлено плоское стекло, чтобы пыль не попадала во-внутрь дальномера; лучи света войдя, в него, попадут на пента-призму *P*, повернутся на 90° в горизонтальной плоскости и упадут на объектив искателя *R*, пройдя который войдут в систему двух призм *S* (черт. 47), расположенных катетами друг к другу так, что дадут полное обращение изображения предмета с поворотом лучей на 90° вверх; полученное таким образом прямое изображение рассматривается через окуляр, поставленный вертикально; установка по глазу производится помощью маленького рычажка, передвигающего линзы окуляра.

Шкала дальномера, длиною 56 см, выгравирована на белой целлулоидной ленте, накрученной на барабан по спиральной проточке на его поверхности. Освещается шкала днем через окошко искателя,

а ночью к окошку пододвигается патрон с электрической лампочкой. Выключатель лампочки находится рядом с измерительным валиком, но необходимо вставить штепселя в выключатель и в патрон, чтобы дать ток от батарей.

Для отсчета делений дистанций в увеличенном виде имеется свой окуляр (луна), который наводится на фокус по глазу рычажком с цифрами от 0 до 10; отсчеты производятся левым глазом. Окуляр направлен непосредственно на зеркало, в котором отражается неподвижный индекс и деления шкалы, находящиеся против него.

Наименьшее деление на шкале 5 кабельтовых, наибольшее 200 каб. остальные деления нанесены по закону, указанному выше, при чем:

от 5,0 каб. до 7,5 каб.	деления через 0,01 каб.	обозначения через 0,05 каб.
7,5 - 15,0	0,05	0,10
15,0 - 20,0	0,05	0,5
20 - 30,0	0,10	0,5
30 - 50,0	0,5	1,0
50 - 75,0	0,5	5,0
75 - 100,0	1,0	5,0
100 - 200,0	5,0	10,0

Бесконечно большое расстояние отмечено звездочкой (*); в одну сторону от бесконечности со знаком плюс поставлено 30 черточек на равном расстоянии друг от друга с обозначением через 5 делений, в другую сторону от бесконечности со знаком минус поставлено 20 черточек, с обозначением тоже через 5 делений; деления эти обозначают отнюдь не кабельтовы, а нанесены исключительно для точной выверки дальномера на согласование по бесконечно удаленному предмету.

4) Устройство внешних и внутренних выверителей. 9-футовые дальномеры Барра и Струда бывают типа FQ и FQ_2 , последние отличаются только тем, что имеют выверитель всегда присоединенным к дальномеру, т. е. так называемый, внутренний выверитель; для дальномеров же типа FQ , когда требуется произвести выверку по выверителю, нужно присоединить к дальномеру специальную трубу—внешний выверитель, который своей шарнирной частью накладывается на особые кронштейны, приделанные к вертлюжной части тумбы.

Выверочная труба состоит из двух концевых коробок, связанных между собой трубчатым соединением. В концевых коробках помещена оптическая система выверителя.

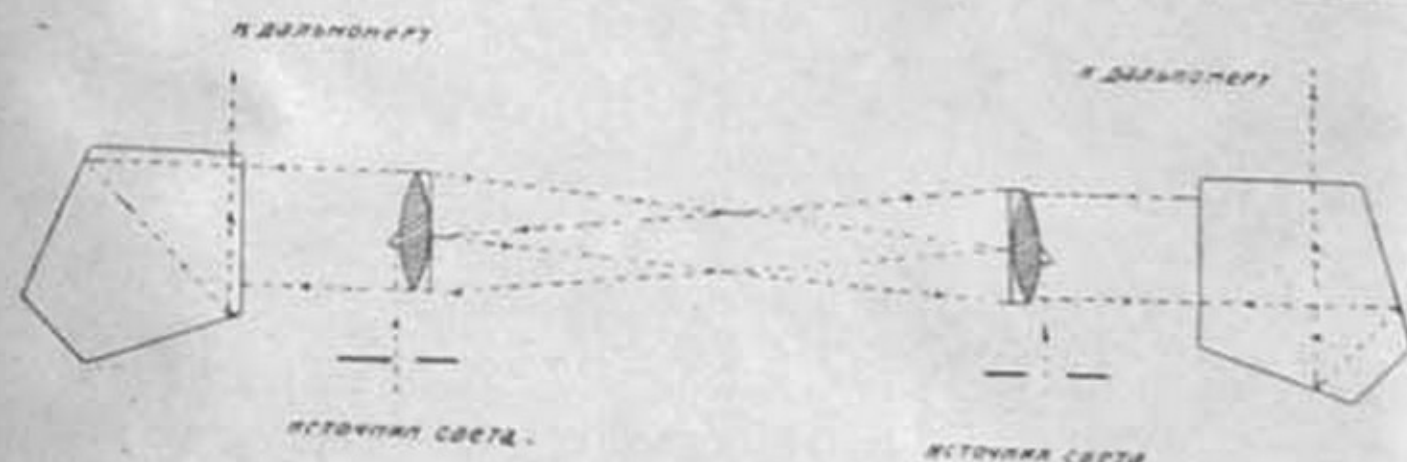
Назначение выверителя давать два пучка параллельных лучей, которые, поступая в оба окошка дальномера, образуют изображение предмета, соответствующее изображению предмета, находящегося на бесконечности.

Устройство выверителя видно из чертежа 48.

В каждой концевой коробке находится 3 стекла: пента-призма, объектив, с нанесенной на нем черной линией (выверочный знак) и маленькая трехгранная призма.

Объективы удалены друг относительно друга на расстояние длин их фокусного расстояния, одинакового у обоих объективов.

Лучи света (яркого дневного или от двух электрических лампочек) упадут на трехгранные призмы, отразятся от их граней и осветят выверочные знаки. Тогда лучи, исходящие от выверочного знака, положим, правого конца выверочной трубки, упадут расходящимся пучком на левый объектив; но так как выверочный знак находится в его фокусе, то, пройдя левый объектив, лучи пойдут параллельным пучком, упадут на левую пента-призму, которая повернет их на 90° и пошлет в дальномер. Таким же образом от левого выверочного знака войдет в правое окошко дальномера пучек параллельных лучей. В поле зрения правого окуляра дальномера эти два выверочных знака представятся в виде отчетливых вертикальных линий на светлом фоне, по обе стороны раздельной линии. По сведению, вращением измерительного валика, обеих частей выверочной линии в одну сплошную линию, индекс шкалы



Черт. 48.

дальномера должен указать на бесконечность. Если этого не случится, то необходимо произвести выверку на согласование приемом, который будет описан дальше.

Дальномеры типа FQ имеют внутренний выверитель, по идее совершенно подобный внешнему, но только к окошкам дальномера на постоянную прикреплены одни концевые коробки выверителя, а трубчатого соединения их между собой нет совсем. Лучи света выходят из бокового окна одной концевой коробки, идут вдоль дальномера и входят в боковое окно другой концевой коробки выверителя.

При производстве выверки по внутреннему выверителю необходимо закрывать окна дальномера специальными ширмами, имеющими только прорезы против выходного отверстия пента-призм выверителя, так как иначе дневной свет сильно ослабит ясность выверочных знаков.

б) Выверка дальномера.

Из разобранных раньше погрешностей дальномера видно, что на корабле можно исправить две ошибки дальномера:

а) Ошибка на половинение, которая уничтожается наклоном стекла с параллельными гранями при вращении валика с надписью «половинение» (метод уничтожения ее подробно был описан выше в разделе ошибок дальномера), при чем ошибка эта должна быть уничтожена первой.

б) Ошибка на согласование у этого дальномера может быть уничтожена либо по земному предмету, расстояние до которого точно из-

стно, либо по небесным светилам, либо, наконец, при помощи внутреннего или внешнего выверителя.

Во всех случаях выверку на согласование у 9-футового дальномера Барра и Струда нужно производить в таком порядке:

1) Измерительным валиком точно совместить изображение предмета в одно целое.

2) Если измеренное расстояние не соответствует истинному, то, отжав стопорный винтик, надо передвинуть предохранительное кольцо, закрывающее ползун согласования.

3) Передвинуть ползун согласования влево, чем разобьется призма от шкалы.

4) Вращая измерительный валик подвести под индекс отсчет истинного расстояния (при выверке по небесным светилам, или по выверителю, очевидно, нужно подвести под индекс ∞). При этом нужно обратить внимание, чтобы сведенное изображение не стронулось бы с места.

5) Передвинуть ползун согласования вправо.

6) Передвинуть предохранительное кольцо, чтобы закрыть ползун согласования и завинтить стопорный винтик.

При выверке по небесным светилам или по выверителю после этой выверки рекомендуется производить, так называемую, точную выверку, заключающуюся в том, что совмещать изображение предмета не один, а несколько раз (например, — 10), этим парализуется ошибка глаза наблюдателя, и, кроме того, при совмещении подводить нижнее изображение к верхнему один раз слева, а другой раз справа, попеременно, чем уменьшается ошибка от мертвых ходовводящего механизма.

Точную выверку нужно производить так:

1) Измерительным валиком совместить 10 раз изображение, записывая каждый раз отсчет числа делений (черточек), находящихся около ∞ , и их знак, плюс или минус.

2) Вычислить средний отсчет, для чего сложить все плюсы вместе, все минусы вместе, из большего вычесть меньшее и остаток разделить на число наблюдений, т. е. на десять. Измерительным валиком подвести к индексу вычисленный средний отсчет.

3) Передвинуть ползун согласования влево.

4) Измерительным валиком подвести к индексу ∞ .

5) Передвинуть ползун согласования вправо.

6) Передвинуть предохранительное кольцо, чтобы закрыть ползун согласования.

Эта точная выверка дает очень хорошие результаты.

§ 9. 5-метровый дальномер Цейсса.

1) Главные конструктивные и оптические данные дальномера.

Длина базы дальномера 5 метров.

Шкала дистанций от 20 до 200 кабельтовых

Окуляр дальномера наклонен к горизонтальной плоскости под углом 45°

Увеличение дальномера 28 и 14

Истинное поле зрения $1^\circ 43'$ и $2^\circ 27'$

Диаметр выходного зрачка 2 мм и 4 мм

Светосила 4 и 16

Увеличение искателя 4

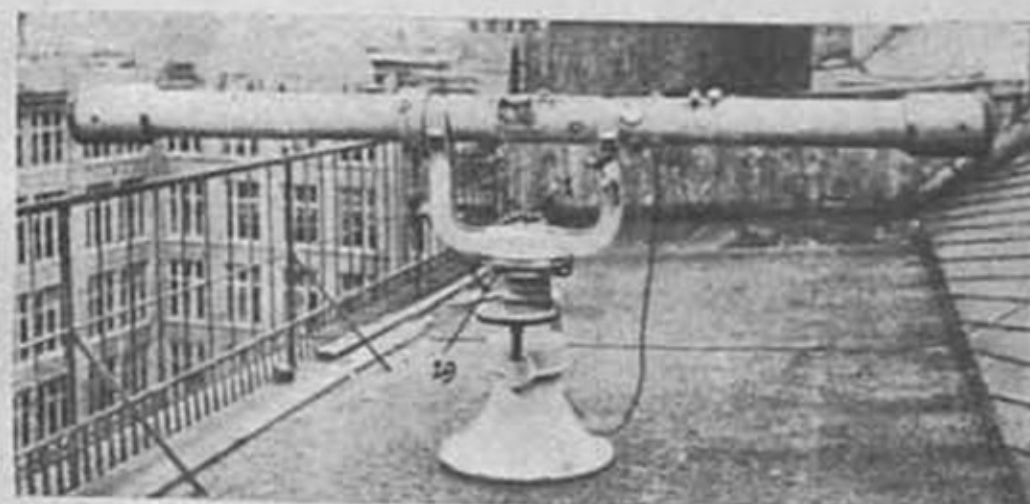
Истинное поле зрения искателя 9°

Выверка внутренняя абсолютная.

Шкалы две: внутренняя и наружная.

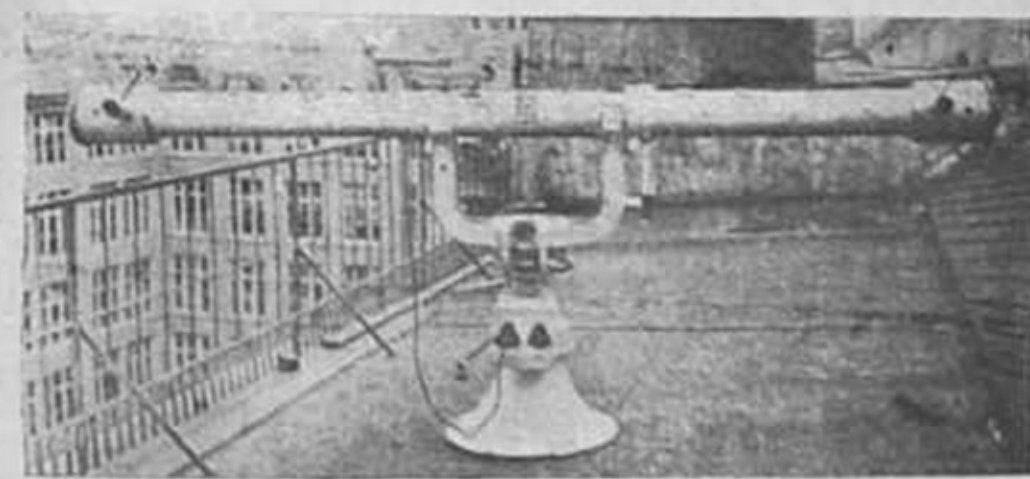
2) Наружное устройство дальномера.

Дальномер состоит из наружного корпуса, средней трубы и внутреннего остова и имеет внутреннюю абсолютную выверку.



Черт. 49.

Наружный корпус и средняя труба служат для защиты внутреннего остова и на первом расположены валики приспособлений, необходимых



Черт. 50.

для измерения дистанций и для производства выверок дальномера. Внутренний остов содержит особо чувствительные к внешнему воздействию части оптической системы дальномера — объективы и окулярные призмы.

На чертежах 49, 50, 51 и 52 дан наружный вид дальномера с тумбой (собственно говоря, это — фотографии 6-ти метрового

дальномера Цейсса, но он по наружному виду, т. е. по расположению на нем частей, почти не отличается от 5-ти метрового).

Чертежи 49 и 51 — вид со стороны окулярной части.

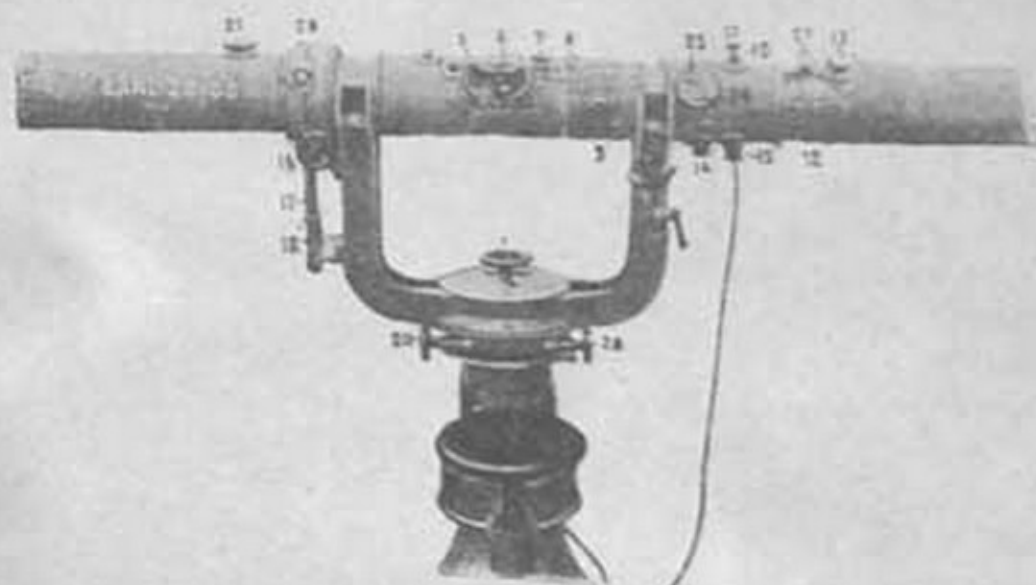
Чертежи 50 и 52 — вид со стороны окошек отражателя.

- 1 — Стопор горизонтального наведения.
 - 2 — Аккумулятор для освещения.
 - 3 — Сводящий валик.
 - 4 — Бокс, надеваемый во время дождя.
 - 5 — Резиновый наглазник.
 - 6 — Окуляр.
 - 7 — Маховичок перемены увеличений.
 - 8 — Рычажок, переключающий дальномер на искатель и вводящий темное стекло.
 - 9 — Маховичок астигматора.
 - 10 — Приспособление для выверки на половинение.
 - 11 — Съемный ключ для выверок.
 - 12 — Шкала расстояний.
 - 13 — Съемная кнопка для согласования наружной шкалы с внутренней (у большинства дальномеров ее нет, так как обе шкалы соединены вместе).
 - 14 — Переключатель.
 - 15 — Штенсель.
 - 16 — Маховичок точной вертикальной наводки.
 - 17 — Рычаг для грубой вертикальной наводки дальномера.
 - 18 — Стопор грубой вертикальной наводки для перевода на точную наводку.
 - 19 — Упор для рычага.
 - 20 — Маховички точного горизонтального наведения.
 - 21 — Маховичек для включения знаков выверителя (при внутренней абсолютной выверке дальномера).
 - 22 — Электрическая лампочка для освещения внутренней шкалы.
 - 23 — Окошко для освещения внутренней шкалы.
 - 24 — Компас.
 - 25 — Приспособление для выверки на согласование.
 - 26 — Выверочная шкала.
 - 27 — Электрическая лампочка для освещения наружной шкалы.
 - 28 — Уровень.
 - 29 — Лимб с делениями для отсчета углов поворота.
 - 30 и 31 — Лампочки для освещения выверочных знаков.
 - 32 и 33 — Окошки для дневного освещения выверочных знаков.
- 3) Внутреннее устройство дальномера.

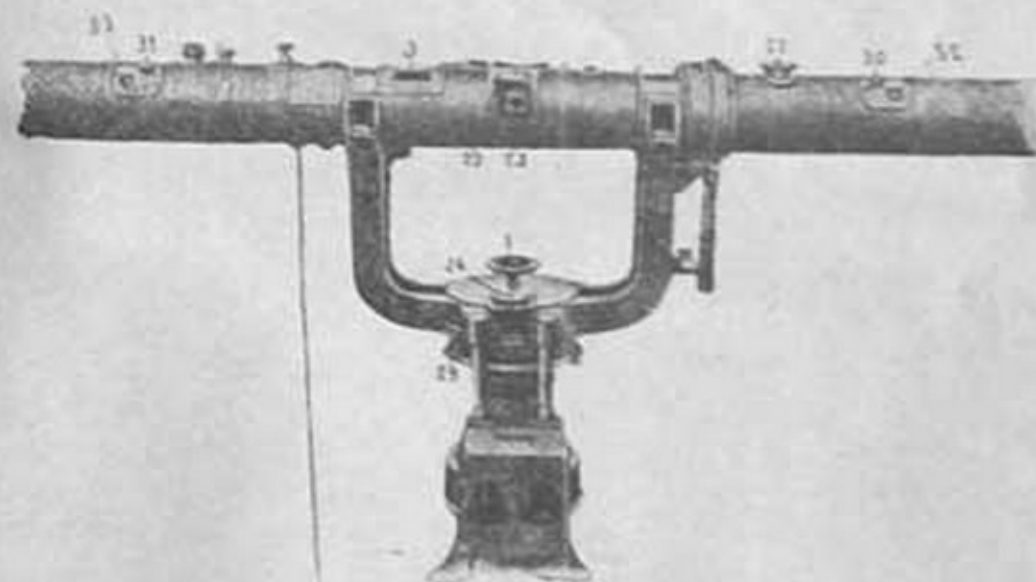
Отдельные оптические части и общий ход лучей изображены схематически на чертежах I и II лист 1 (сзади текста), при чем различным видом линий показан ход лучей в правой и левой части дальномера, как при измерении расстояний, так и при выверке дальномера при помощи внутреннего выверителя.

Лучи от удаленного предмета отражаются под прямым углом вдоль базы дальномера концевыми пента-призмами 1а и 1б, проходят через ахроматические объективы 2а и 2б, которые дают действительное обрат-

ное изображение предмета *ни* в одной плоскости, находящейся в толще стекла раздельной призмы (состоящей из двух призм 3 и 4); назначение этой призмы дать от правой части дальномера нижнюю часть предмета, а от левой верхнюю; для чего нижняя половина *ху* соприкасающихся граней призм 3 и 4 посеребрена; в левой части дальномера лучи от всего предмета, будучи перевернуты объективом так, что верхняя часть предмета стала нижней, упадут на призму 3, в которой отразятся три раза, при чем третий раз верхняя половина предмета упадет на посеребренную часть грани,



Черт. № 51.



Черт. № 52.

отразится от нее и пойдет дальше в сложный окуляр, а нижняя, попав на непосеребренную часть, не отразится, и потому не пойдет по этому направлению, и в окуляр не попадет вовсе; направление лучей будет повернуто на 180° и будет иметь такое же направление, что и лучей от правой части дальномера; здесь правый объектив 2б даст действительно обратное изображение всего предмета у соприкасающихся граней призм 3 и 4, при чем фактическая верхняя часть предмета упадет на заднюю часть посеребренной грани и пропадет, а нижняя

половина пройдет в окуляр (в призме 4 три отражения, а так как верхняя грань ее крышевидная, то она повернет правую сторону предмета на левую, чего призма 3 не сделает).

Это является необходимым, так как концевые пента-призмы, повернув лучи на 90° навстречу друг другу, дадут отражение одного и того же предмета, но повернутое так, что правая сторона одного будет против левой другого; когда же призма 4 повернет право на лево, то оба изображения станут соответственно.

Таким образом, мы получим одно полное изображение *ит* предмета *МХ*, но только верхняя половина его *ит* будет от левой части дальномера, а нижняя—*ит* от правой. Это изображение рассматривается при помощи изогнутого земного окуляра, в котором линзы 5 служат для оборачивания перевернутого объективом изображения предмета и для перемены увеличения. Трехгранная призма 6 (одно целое с призмой 8) служит для поворота на 90° лучей, идущих вдоль базы дальномера в направлении перпендикулярном базе, т. е. к наблюдателю, и дает зеркальное изображение, т. е. правая сторона предмета станет левой, этим она исправит получившееся в разделительной призме зеркальное изображение предмета. Призма 8 опустит поднятые разделительной призмой выше оси дальномера лучи до окуляра и даст лучам угол наклона к горизонту в 45° . Отражение в ней происходит от двух граней (как в параллелепипеде).

Сложный окуляр состоит из глазной ахроматической линзы 10, вставленной в оправу, которую можно фокусировать по глазу, линзы 9, приклеенной к призме 8, линзы 14, приклеенной к разделительной призме, и упомянутых уже выше двух линз 5 оборачивающей системы.

Для сведения изображения служит призма *А* с небольшим преломляющим углом (клин), которую можно прямолинейно передвигать вдоль базы дальномера; к разделительной призме приклеен флинтгласовый клин 15, служащий для уничтожения хроматизма сводящей призмы *А*.

Так как вместе с призмой *А* будет передвигаться и шкала дистанций, то для выверки на согласование установлен второй клин *К* с таким же преломляющим углом; клин этот от специального привода может вращаться, а так как клин *А* в это время будет стоять на месте, то угол отклонения луча (после прохода через обе призмы *А* и *К*) будет все время меняться, благодаря изменению суммарного преломляющего угла призм, и, следовательно, вращая один клин *К*, можно также совместить изображение предмета.

Для чтения отсчетов внутренней шкалы дистанций пользуются линзами окуляра 9 и 10, которые вместе с объективом шкалы *И* образуют сложную лупу. Внутренняя шкала горизонтальна и прямолинейно передвигается вместе со сводящей призмой *А*, против неподвижного индекса *И*. Освещается шкала или дневным светом через окошко 23, или электрической лампочкой 22. Лучи от шкалы раньше всего попадут на призму 16, имеющей вид параллелепипеда, но у которого одна из отражательных граней—крышеобразная; пройдя ее упадут на объектив *D*, потом на маленькую призму 7, отразятся от ее грани и прямо через призму 8 попадут в окуляр и в глаз.

Деления и цифры дистанций на шкале нанесены в вертикальном столбце одна под другой, но шкала расположена горизонтально, как показано на чертеже; чтобы видеть шкалу вертикальной, призму 16 устанавливают повернутой влево на 45° от вертикальной плоскости, проходящей через оптическую ось объектива *D*, так как известно, что если зеркальную поверхность повернуть на угол 45° , то отраженные лучи повернутся на 90° и, следовательно, мы увидим горизонтально расположенную шкалу в виде вертикального столбца; а так как призмы 16 и 7 зеркальными изображениями исправили друг друга, то и цифры все будут стоять правильно, т. е. не будут повернуты правой стороной налево.

Окуляр дальномера находится посередине расстояния между концевыми отражателями 1а и 1б, разделительная призма же, в толще стекла которой получается действительное изображение *ит*, даваемое объективами 2а и 2б, расположена правее окуляра, при чем путь лучей от правого конца дальномера короче, чем от левого, и, казалось бы, фокусные расстояния обоих объективов различны, а значит, и величины действительных изображений не одинаковы. Однако, если принять во внимание, что для приведения всех расстояний к одной среде—воздуху следует путь световых лучей в стекле умножить на его показатель преломления, то тогда окажется, что фокусные расстояния обоих объективов будут одинаковы.

Внутренний выверитель Цейсса состоит из двух выверочных пента-призм 11а и 11б, которые могут быть выдвинуты против входных граней пента-призм дальномера 1а и 1б и, кроме того, могут быть разворачиваемы на 90° вокруг вертикальной оси; двух коллиматорных линз 12а и 12б (объективы выверителя), в фокусе которых помещены два выверочных знака α и β ; двух треугольных призм 13а и 13б, служащих для понижения лучей и направления их к входным граням пента-призм выверителя (лампочка VI и выверочные знаки находятся в плоскости выше пента-призм 11а и 11б) и, наконец, параллелепипеда 17, разворачивающегося на 180° при повороте пента-призм выверителя на 90° , служащего для понижения пучка лучей, идущего при выверке слева от левой лампочки к правому концу дальномера и при выверке справа от правой лампочки к левому концу дальномера; это явилось необходимым, так как пента-призмы выверителя в этом дальномере расположены на одной высоте. Хотя при выверке дальномера горят обе лампочки, но свет попадает в дальномер в оба конца одновременно только от одной, так как пента-призмы выверителя расположены всегда одинаково, т. е. входными гранями в одну сторону; так при выверке слева свет от левой лампочки освещает выверочный знак α и расходящимся пучком падает на объектив 12а, пройдя его падает уже параллельным пучком на треугольную призму 13а, которая понизит весь пучок и повернет на 180° к входящей грани призмы 11а, последняя повернет его на 90° и пошлет в левую пента-призму дальномера 1а; но весь пучок параллельных лучей больше высоты пента-призмы 11а, поэтому в нее попадает только нижняя половина пучка, а верхняя—пройдет выше ее и упадет на параллелепипед 17, который понизит ее до уровня 2-й пента-призмы выверителя.

теля 116, обращенной своей входящей гранью тоже влево; этот пучек лучей будучи повернут пента-призмой 116 на 90° , войдет в правую пента-призму дальномера 16 и, таким образом, от одной лампочки на оба концевые отражателя дальномера одновременно упадут пучки параллельных лучей.

Для выверки справа обе пента-призмы выверителя поворачиваются на 90° и обращаются своими входящими гранями вправо (пунктирное положение пента-призм 11а и 11б); параллелепипед 17 поворачивается на 180° , чтобы понизить пучек лучей справа и весь ход лучей аналогичен с только что описанным.

Механическая часть внутреннего устройства дальномера видна на чертежах III, IV, V, VI, VII и VIII листы 2 и 3.

Привод к выверочным пента-призмам устроен следующим образом (черт. VI лист 2): при вращении маховичка 21 с осью L по часовой стрелке будут вращаться шестеренки M и N , насаженные на ось L . Шестеренка M будет разворачивать параллелепипед 17, а шестеренка N сцепляется с двух сторон с 2 зубчатыми рейками R_1 и R_2 , при вращении маховичка по часовой стрелке будет передвигать обе рейки от концов дальномера к середине. Концы реек сцепляются с зубчатыми секторами, которые при этом движении будут разворачиваться против часовой стрелки; к секторам прикреплены пента-призмы выверителя 11а и 11б, которые при полном обороте вращения маховичка 21, с цифры «0» на цифру «1» (почти на 360°) развернутся так, что станут против входящих граней пента-призм дальномера, при чем входящие грани пента-призм выверителя будут направлены вправо, т. е. при цифре «1» выверка справа.

Для выверки слева необходимо развернуть пента-призмы выверителя на 90° так, чтобы другая грань прямого угла призмы была входящей и была направлена влево, для этого поворачивают маховичек 21 обратно (против движения часовой стрелки), пока против индекса не станет цифра «2». При этом обе пента-призмы выверителя развернутся на 90° на месте, а если будем продолжать вращать маховичек 21 в то же направление, то рейки R_1 и R_2 , двигаясь в направлении от середины дальномера к концам будут вращать зубчатый сектор по направлению движения часовой стрелки и пента-призмы выверителя уберутся от пента-призм дальномера, приходя в первоначальное исходное положение. При разворачивании секторов движутся металлические ширмы, закрывающие изнутри отверстия окошек дальномера при выверке, благодаря этому при выверке свет попадет в окуляр только через окошки выверителя (32 и 33) или от лампочек (30 и 31) и знаки α и β становятся ясно видимыми.

Искатель имеет тот же окуляр, который служит и при измерении расстояний (черт. III и VII лист 2 и 3), но, чтобы пользоваться искателем, необходимо повернуть рычажок 8 к себе, тогда развернется внутри дальномера планка, на одном конце которой находится трехгранная призма S ; призма станет так, что закроется доступ лучам из разделительной призмы к окуляру, т. е. дальномер в это время действовать не будет, зато призма эта S примет на себя лучи вошедшие через объектив искателя, находящегося в наружной трубе по сере-

дине дальномера, повернет их и направит через окулярную призму в окуляр; чтобы изображение было прямое, лучи проходят через оборачивающую линзу и кроме того через стекло с параллельными гранями, находящееся в фокальной плоскости объектива, с нанесенным на нем кругом, соответствующим полю зрения дальномера. Таким образом, найдя цель в искателе, нужно привести ее во внутрь круга, а затем повернуть рычажок вдоль базы и тогда увидим цель в дальномер, так как призма S отойдет в сторону и откроет доступ лучам из разделительной призмы на линзы 5 и в окуляр. Этот же рычажок можно поставить в третье положение от себя, тогда планка развернется так, что против разделительной призмы станет темное стекло; следовательно, в этом случае будет действовать дальномер с введенным темным стеклом; это, конечно, делается при измерении расстояний до ярко освещенных предметов.

Перемена увеличения достигается поворотом маховичка с надписью «перемена увеличения» (черт. VII, лист 3), тогда разворачиваются на 180° обе линзы оборачивающей системы (5 на чертеже «внутренний вид»). Для большего увеличения (28) они становятся ближе к разделительной призме, а для меньшего (14) дальше.

Астигматор состоит из двух плоско-вогнутых цилиндрических линз β' и β'' , прикрепленных к эксцентрикам (черт. VII и VIII, лист 3), последние установлены на одну планку s , могущую передвигаться вправо и влево от вращения маховичка с надписью «Астигматор», который соединен с планкой s посредством кривошипа T . При передвижении планки влево оба эксцентрика развернутся против движения часовой стрелки и обе линзы астигматора, находившиеся ниже разделительной призмы, подымутся и встанут против входных граней разделительной призмы, т. е. на пути лучей от правой и левой части дальномера.

Передвижение измерительного клина A вместе с обеими шкалами (чертежи VII и VIII лист 3), внутренней и наружной, производится от вращения измерительного валика через посредство зубчатых шестеренок i , h , шарнирного валика g и шестеренок f и e , при чем последняя насажена на цилиндр, на котором нанесена в кабельтовых наружная шкала; по поверхности этого цилиндра сделан спиральный паз, по которому при вращении цилиндра будет передвигаться индекс, указывающий расстояние. Внутри цилиндра сделан также спиральный паз, по которому при вращении цилиндра будет передвигаться ползун с прикрепленной к нему сводящей призмой A ; к тому же ползуну прикреплена тяга от внутренней шкалы F . Таким образом, от вращения измерительного валика будет вращаться цилиндр с наружной шкалой, а индекс ее, сводящая призма A и внутренняя шкала будут передвигаться прямолинейно.

При выверке на согласование, совмещение предмета производится от вращения клина K (измерительный клин A стоит на месте); производится оно посредством ключа, вращающего червяк, сцепленный с винтовым колесом, сделанным на оправе клина k . Устройство видно на чертежах V и VIII, лист 2 и 3. Вместе с клином вращается и

выверочная шкала σ против неподвижного индекса. Деления шкалы нанесены от 0 до 200 и каждое соответствует углу зрения и $10''$.

4) Выверка дальномера.

а) Выверка на половинение производится здесь механическим путем (черт. VII и VIII, лист 3); левый конец внутренней трубы укреплен к средней трубе кардановым подвесом, а правый — лежит и соединен опорным кольцом a с подвесной обоймой o , которая может передвигаться вверх или вниз, скользя своими выступами в пазах втулок.

Вертикальное передвижение обоймы o производится вращением винта Q .

Метод уничтожения ошибки на половинение тот же, как был подробно описан в § 5 «Погрешности дальномеров».

б) Ошибка на согласование у этого дальномера может быть уничтожена либо по земному предмету, расстояние до которого точно известно, либо по небесным светилам, либо, наконец, абсолютной выверкой при помощи внутреннего выверителя.

В первых двух случаях выверку на согласование у 5-ти метрового Цейсса нужно производить в таком порядке:

1) Измерительным валиком точно совместить изображение предмета.

2) Если измеренное расстояние не соответствует истинному, то измерительным валиком подвести под индекс отсчет истинного расстояния (при выверке по небесным светилам, очевидно, нужно подвести под индекс ∞).

3) Вставив специальный ключ в отверстие выверочного приспособления, вращать его, пока изображение не будет вновь совмещено (от вращения ключа будет вращаться выверочная призма k , а сводящая призма и шкала будут стоять на месте).

Примечание. При выверке по небесным светилам рекомендуется несколько раз совмещать изображение, замечая каждый раз отсчеты на выверочной шкале, а затем взявши средний из них поставить его на выверочной шкале; так будет уменьшена ошибка глаза наблюдателя при совмещении.

Абсолютная выверка внутренним выверителем производится следующим образом:

1) Маховичек внутреннего выверителя повернуть с цифры ∞ на цифру «1».

2) Измерительным валиком подвести отсчет ∞ под индекс.

3) Вращая ключом в выверочном приспособлении, совместить линии и заметить отсчет на выверочной шкале.

4) Маховичек внутреннего выверителя повернуть с цифры «1» на цифру «2».

5) Вращая ключом в выверочном приспособлении совместить вновь линии и заметить отсчет на выверочной шкале.

6) Взять среднее из двух отсчетов и поставить его ключом на выверочной шкале.

7) Маховичек внутреннего выверителя повернуть с цифры «2» на цифру «0».

§ 10. Причины расстройств дальномера.

Рассматривая причины, вызывающие ошибки наблюдений, видим, что они зависят от:

- а) ошибок самого прибора;
- б) остроты зрения наблюдателя (в среднем невооруженный глаз различает предметы видимые под углом около 30 секунд);
- в) различного влияния среды, в которой происходит наблюдение (температура, влажность, прозрачность, рефракция);
- г) от природы наблюдаемого предмета (цвет, форма и резкость контуров, освещенность).

Под влиянием перечисленных причин получаются результаты, отличающиеся от истинного на величину суммарной ошибки, состоящей собственно говоря из двух групп ошибок:

1) случайных, которых нельзя учесть, но от которых можно освободиться, увеличивая число наблюдений.

2) постоянных ошибок, величину которых можно определить и влияние которых необходимо исключить.

Из постоянных ошибок будем рассматривать только те, которые присущи самому прибору и которые не зависят ни от среды, в которой происходят наблюдения, ни от физического состояния наблюдаемого предмета, ни от совершенств зрения наблюдателя. Такие постоянные ошибки прибора могут произойти от причин двух категорий.

К первой категории можно отнести ошибки, которые получаются от механических причин (под влиянием сотрясений, ударов и долговременной службы; отдельные части дальномера могут менять свое положение, сдвигаясь с места или вращаясь около некоторой оси, при чем естественно изменяется взаимное расположение обеих частичных изображений в поле зрения дальномера; кроме того при изнашивании передаточные механизмы получают мертвые хода).

Ко второй категории следует отнести ошибки, которые получаются от тепловых причин (под влиянием неравномерного нагревания отдельных частей в дальномере происходят различные изменения форм этих частей и, благодаря этому, изменение некоторых их оптических данных).

Разберем теперь влияние каждой из этих причин на каждую отдельную составную часть дальномера.

Концевые отражатели бывают плоские зеркала, прямоугольные призмы, пента-призмы и, наконец, два плоских зеркала, установленных под углом 45° друг к другу.

Главный недостаток обыкновенных плоских зеркал, установленных под углом 45° к оси дальномера, заключается в том, что малейший поворот зеркала от сотрясения, в плоскости измерительного треугольника, вызывает отклонение луча на двойной угол поворота; смещение же луча вызывает ошибку в расстоянии, следовательно, необходимо чрезвычайно надежно укреплять эти зеркала, что и выполняется помощью сильных спиральных пружин; но эта система имеет неудобство заключающееся в том, что при резких изменениях температуры, зеркальное стекло получает сильное натяжение в точках закрепления и может

лопнуть. Чтобы устранить это неудобство, обратились к металлическим зеркалам, но они имеют тот недостаток, что сравнительно с теми первыми быстро тускнеют.

Прямоугольные призмы, с полным внутренним отражением, вполне заменяют зеркала и закреплять их гораздо легче, но они поглощают больше света и имеют тот же недостаток, что и зеркала: поворот их на некоторый угол от удара или сотрясения вызывает ошибку в дистанции.

Пента-призмы имеют большое преимущество перед вышеуказанными концевыми отражателями в том, что поворот их в плоскости измерительного треугольника не изменяет положение изображения, а следовательно, и не дает ошибки в дистанции, так как известно, что в пента-призме угол между входящими и выходящими лучами всегда остается постоянным и равным 90° .

К недостаткам пента-призм нужно отнести следующие: благодаря малой теплопроводности стекла (всего лишь 0,0013) и сравнительно большого коэффициента расширения, при неравномерном нагревании призмы, углы ее изменяются не одинаково, почему угол между входящим и выходящим лучами делается уже не 90° и, значит, начинает вводится ошибка в дистанции; поэтому, чтобы ослабить влияние этого нежелательного явления, стараются не ставить пента-призм, у которых площадь граней, составляющих прямой угол была бы больше $1\frac{1}{2}$ квадратных дюйма; уменьшение же величины концевых отражателей ограничивает величину диаметра объектива, что, конечно, нежелательно.

Для уничтожения недостатков присущих, как плоским зеркалам, прямоугольным призмам, а также и пента-призмам, некоторые фирмы ставят в качестве концевых отражателей систему двух плоских зеркал, расположенных одно против другого под углом в 45° . Так как отражательные грани в пента-призме расположены тоже под углом 45° , то здесь также угол между входящими и выходящими лучами будет, как в пента-призме, постоянным и равным 90° и в случае поворота этой системы на некоторый угол. Кроме того, они могут быть сделаны достаточно больших размеров и в них не будет поглощение света, как в стекле пента-призмы, но совершенно необходимо, чтобы угол между зеркалами оставался строго постоянным в 45° , а для этого нужно подобрать металл для оправы с таким коэффициентом расширения, который был бы близок к таковому же у стекла, в противном случае при неравномерном нагревании угол между зеркалами изменится, что сейчас же даст ошибку в дистанции.

Все концевые отражатели, в случае смещения их вдоль базы, дадут ошибку в дистанции, что видно из чертежа 53.

Так при смещении, например, левого отражателя вдоль базы из положения I в положение II, луч, отразившись от него, пойдет по пунктирному направлению и сведенные до сотрясения дальномера изображения, окажутся разошедшимися на величину r .

Смещение концевых отражателей вперед (т. е. в плоскости измерительного треугольника) или вверх не вызовет ошибок дальномера, но изображение может стать немного тусклее.

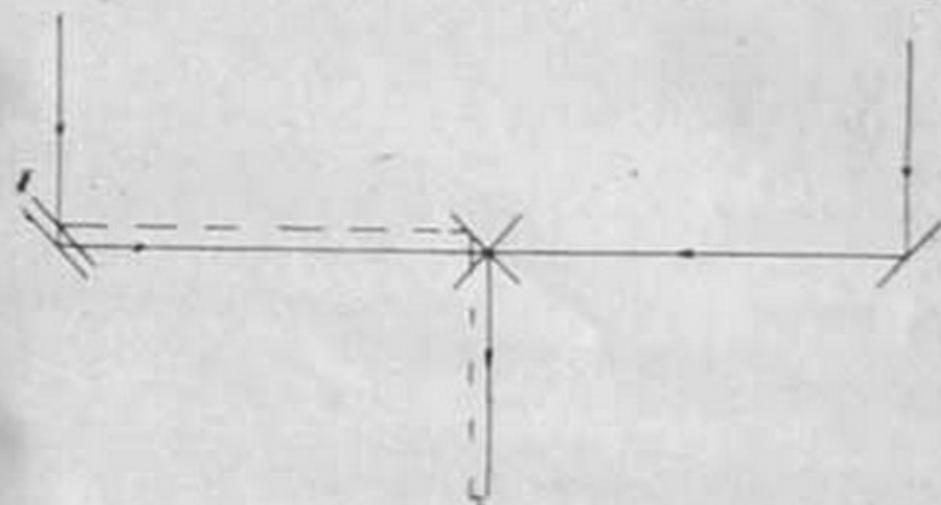
Вращение концевых отражателей около оси, лежащей в плоскости измерительного треугольника, перпендикулярно базе, т. е. наклон его к базе вызывает ошибку в половинении.

Объективы дальномера имеют большое влияние на точность его показаний. Если они недостаточно хорошо закреплены в своих оправках или вообще от какой-либо причины сместятся в плоскости перпендикулярной оптической оси, то изображение даваемое соответствующим объективом в фокальной плоскости переместится на ту же величину.

Для уяснения себе наиболее наглядно какое-же допускается смещение объектива, которое не обнаруживается наблюдателем, возьмем среднюю разрешающую силу глаза человека в $30''$, тогда при фокусном расстоянии окуляра 20 мм, длина дуги в $30''$ в фокальной плоскости окуляра будет равна:

$$\sim 30'' = \frac{2\pi \cdot 30 \cdot 20}{360 \cdot 60 \cdot 60} = 0,003 \text{ мм}$$

значит, глаз средней остроты обнаружит уже смещение изображения, а следовательно, и сдвиг объектива на такую малую величину как 0,003



Черт. 53.

миллиметра. Это указывает насколько прочно должны быть закреплены объективы в своих оправках и насколько тщательно оправка с объективом должна быть установлена во внутреннем остоле дальномера.

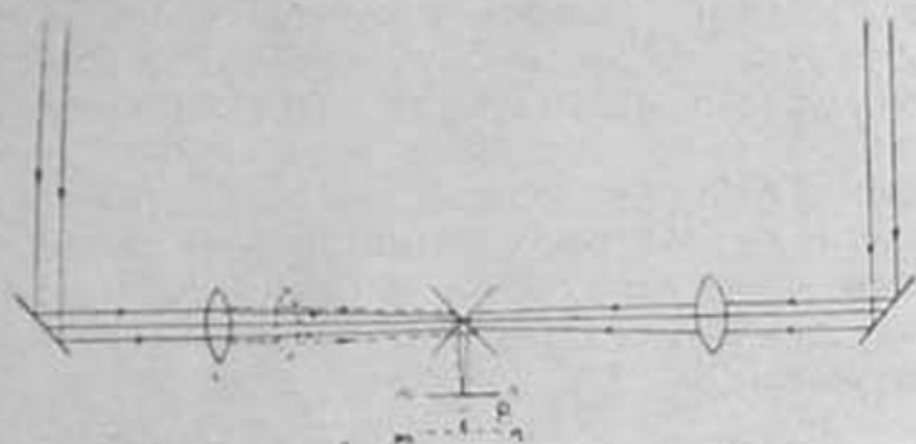
Посмотрим теперь—какие ошибки получаются в дальномере при смещении объективов в различных направлениях.

В § 3 уже разбиралось, что смещение объектива перпендикулярно базе в плоскости измерительного треугольника (черт. 7) дает ошибку в дистанции. Перемещение объектива вдоль базы вызывает параллактическую ошибку (черт. 54).

Сплошной линией показаны лучи идущие от точки, находящейся на бесконечно-большом расстоянии; лучи эти, идя параллельным пучком до объективов, соберутся пройдя их в фокальной плоскости m и. Если же один из объективов (например, левый) сдвинется вдоль базы, то и его фокальная плоскость тоже передвинется и займет положение m_1 , т. е. получится параллактическая ошибка равная p .

Перемещение объектива перпендикулярно плоскости измерительного треугольника даст соответственное перемещение его изображения вверх

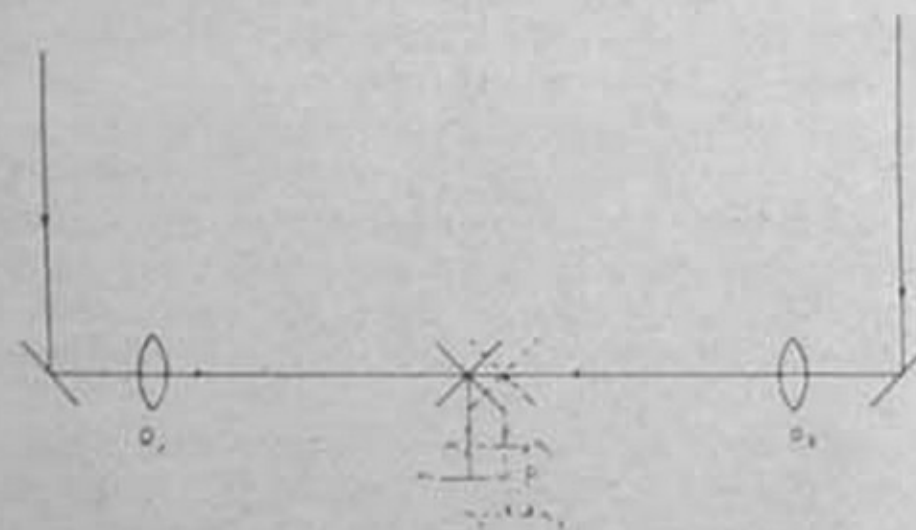
или вниз, т. е. получится ошибка в половинении. Неравномерное нагревание объектива видоизменяет форму его поверхности, тем самым искажает даваемые им изображения и изменяет его фокусное расстояние; все это может служить причиной возникновения погрешностей дальномера.



Черт. 54.

мера, но получаемые ошибки трудно определить и, кроме того, настолько небольших размеров, что на практике с ними считаться не приходится.

Сводящая призма имеет настолько малый преломляющий угол (порядка от $1\frac{1}{2}^\circ$ до 3°), что ее можно рассматривать как тонкую плоско-параллельную пластину, поэтому как смещение ее в своей оправе, так и нагревание сказывается очень мало на величине измеряемой дистанции и ошибка, получившаяся от этого, уничтожается не отдельно, а одновременно со всеми прочими ошибками, получившимися от смещения или искажения формы других составных частей дальномера.



Черт. 55.

Центральные окулярные призмы в зависимости от их устройства могут различным образом влиять на точность измерений в случае, если отдельные части их могут переместиться друг относительно друга. Если же отдельные части центральных призм настолько прочно склеены между собою, то вся система может быть принята за одно целое и все рассуждения относительно сдвига и нагревания можно вести, предполагая, что все призмы как бы сделаны из одного куска стекла.

Сдвиг центральных призм в плоскости измерительного треугольника перпендикулярно базе влечет за собой расхождение изображений на величину вдвое большую сдвигу, что уже разбиралось в § 3 (черт. 8).

Сдвиг центральных призм вдоль базы дает параллактическую ошибку (черт. 55).

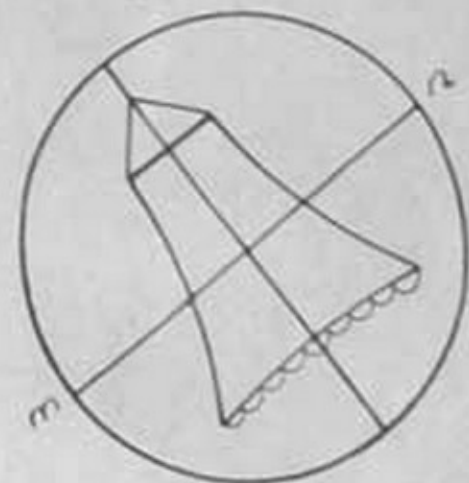
Пунктиром показано сдвинутое положение центральных призм вправо и, благодаря этому, новое положение фокальных плоскостей m, n — левого объектива O_1 и m_2, n_2 — правого объектива O_2 .

Сдвиг центральных призм перпендикулярно плоскости измерительного треугольника не имеет никакого значения, в крайности, как при подобном же сдвиге концевых отражателей, ослабляется освещенность изображения, вследствие уменьшения выходного зрачка.

Вращение центральных призм вокруг оси, перпендикулярной плоскости измерительного треугольника, не отражается на точности показаний дальномера.

Вращение центральных призм вокруг линии визирования влечет за собой наклон всего изображения в сторону вращения, как показано на чертеже 56.

Вращение центральных призм вокруг оси базы дает ошибку в половинении.



Черт. 56.

Центральные окулярные призмы, представляющие собой большой кусок стекла сложной формы, под влиянием одностороннего нагревания могут изменить свою форму, а следовательно, и свои свойства, но в общем влияние этих изменений на взаимное положение изображений незначительно, так как призмы находятся в непосредственной близости к плоскости изображения.

Окуляр служит для одновременного наблюдения обеих частичных изображений предмета; поэтому какие-либо перемещения окуляра не имеют никакого значения на взаимное положение изображений и на точность показаний дальномера. В самом неблагоприятном случае понижается освещенность и ухудшается качество изображения. Аналогично влияет и нагревание окуляра. Понятно поэтому, что окуляр без всякого риска устанавливается на наружной трубе дальномера.

Наружная труба дальномера. Под влиянием различных толчков и ударов, а также при погрузке и упаковке дальномера возможны случаи прогиба ее; но так как в ней укреплены обыкновенно только концевые отражатели и окуляр, то повреждения ее имеют следствием сказанное в пункте о концевых отражателях.

Наружная труба от нагревания удлиняется пропорционально своему коэффициенту расширения. Удлинение наружной трубы вызывает изменение базы дальномера, которое, однако, настолько мало, что практически не имеет никакого значения. Для примера предположим, мы желаем узнать на сколько изменится величина базы 5-ти метрового дальномера Цейсса при повышении температуры на 20°C , считая, что металлом

для наружной трубы служит желтая медь. Так как коэффициент расширения желтой меди равен 0,00001875, то труба удлинится на $\frac{1875 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 1000}{100000000} = 1,875$ мм, т. е. около 2 мм или около 0,04%.

А так как увеличение базы дальномера влечет за собой и увеличение на такую же процентную величину ошибки в определяемом расстоянии, то, например, на 100 кабельтовых расстояния вычисленное увеличение на 0,04% базы дальномера от нагревания, вызовет ошибку в дистанции равную 4 сажням, т. е. столь малую, что она не имеет никакого значения.

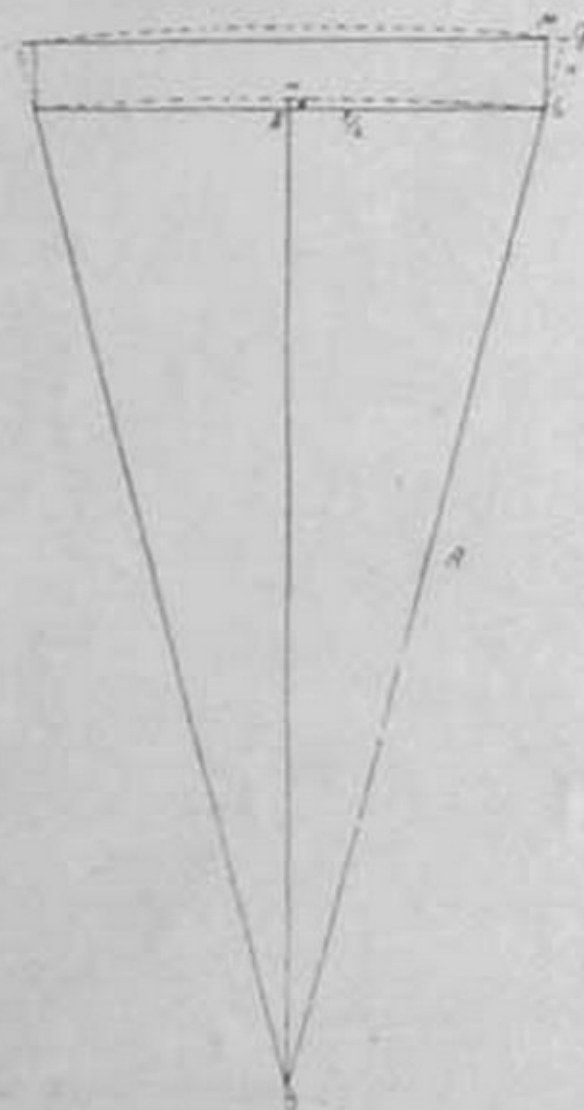
Внутренняя труба (внутренний остов дальномера) изменяет от нагревания свои размеры аналогичным образом. При равномерном нагревании обе половины трубы будут иметь одинаковую температуру и удлинятся одинаково. Вследствие удлинения трубы оба частичных изображения выйдут из основной плоскости изображений и плоскость изображения тогда уже не совпадет точно с линией раздела. Применяя сюда полученный результат в примере удлинения наружной трубы, но считая, что внутренняя труба примерно в два раза короче наружной, получим столь малую величину, что это перемещение плоскости изображений вряд ли может быть замечено наблюдателем, при чем ввиду одинакового перемещения обоих объективов не будет и параллактической ошибки.

Гораздо большее значение имеет вызванный односторонним нагреванием изгиб внутренней трубы дальномера.

Постоянство показаний выверенного дальномера зависит от сохранения объективами и окуляром своего взаимного положения; при изгибе же внутренней трубы в плоскости измерительного треугольника от одностороннего нагрева взаимное положение этих частей дальномера меняется.

Пусть температура той стороны внутренней трубы, которая находится в тени, равна t ; температура же стороны, подверженной одностороннему нагреву $t + \Delta t$. Длина l трубы со стороны большого нагрева превратится в $l(1 + \alpha \cdot \Delta t)$, где α — коэффициент расширения для данного материала трубы (черт. 57).

Вследствие одностороннего расширения труба изгибается. Если диаметр трубы a , то, в предположении равномерного изгиба по дуге круга, можно радиус кривизны R определить следующим образом:



Черт. 57.

Из подобия треугольников HEB и MGE можем написать:

$$BE:EH=EG:MG,$$

но так как величина стрелы прогиба (b) весьма мала по сравнению с длиной трубы, то можно считать $EH=AE=\frac{1}{2}l$

$$R:\frac{l}{2}=a:\frac{1}{2}l \cdot \alpha \cdot dt$$

отсюда

$$R=\frac{l}{2} \cdot \frac{a}{\frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot dt} = \frac{a}{\alpha \cdot dt},$$

т. е. радиус кривизны дуги прогиба трубы зависит от диаметра трубы и не зависит от ее длины l .

Стрела прогиба трубы вычисляется следующим образом:

Из прямоугольного треугольника AEB имеем, что

$$AB^2=EB^2-AE^2 \text{ или } AB^2=R^2-\left(\frac{l}{2}\right)^2$$

отсюда

$$AB=\sqrt{R^2-\left(\frac{l}{2}\right)^2}$$

стрела прогиба

$$b=BH-AB=R-\sqrt{R^2-\left(\frac{l}{2}\right)^2}.$$

$$R-\left[R^2-\left(\frac{l}{2}\right)^2\right]^{1/2}=R-R\left(1-\frac{l^2}{4R^2}\right)^{1/2}$$

Сделаем разложение двучлена, находящегося в скобках $\left(1-\frac{l^2}{4R^2}\right)^{1/2}$ по формуле бинома Ньютона, ввиду же того, что R , радиус кривизны дуги прогиба, будет величина очень большая сравнительно с l длиной трубы, то ограничимся только первыми двумя членами разложения ряда, так как остальные члены будут величины весьма небольшие и мы можем их вполне откинуть, тогда

$$b=R-R\left(1-\frac{1}{2}\frac{l^2}{4R^2}\right)=R-R+\frac{1}{2}\frac{Rl^2}{4R^2}=\frac{l^2}{8R}$$

но раньше было выведено, что

$$R=\frac{a}{\alpha \cdot dt}$$

подставим и тогда получим

$$b=\frac{l^2 \cdot \alpha \cdot dt}{8a}$$

т. е. стрела прогиба внутренней трубы дальномера, а значит, и равное ей перемещение каждого из объективов относительно центральных призм,

определяющее собой степень расстройств дальномера, пропорциональна квадрату длины внутренней трубы, коэффициенту расширения металла, из которого она сделана, и разнице температур сторон нагретой и находящейся в тени, и обратно пропорциональна диаметру трубы.

Из вышесказанного вытекают и средства уменьшения влияния одностороннего нагрева на правильность показаний дальномера; например, выгодно ставить в дальномер возможно более короткую и большого диаметра внутреннюю трубу, но требование определенного увеличения и других оптических данных дальномера ставит свои границы и для одного и для другого. Поэтому уменьшение стрелы прогиба достигается выбором соответствующего материала для внутренней трубы. Из формулы видно, что нужно брать материал с возможно малым коэффициентом расширения, а чтобы разность температур с обеих сторон была меньше, нужно чтобы теплопроводность, теплоемкость, а значит, и толщина стенок трубы были бы больше. Таким образом, выбором соответствующего материала для внутренней трубы можно уменьшить расстройство дальномера.

Итак, из всего вышесказанного в этом параграфе видно, что при сотрясениях и ударах, испытываемых дальномером, опасным является смещение объективов и центральных призм в плоскости измерительного треугольника, перпендикулярно базе. Равномерный нагрев (охлаждение) дальномера, при условии отсутствия неоднородностей и внутренних натяжений в различных частях его, неопасен.

При одностороннем нагреве или равномерном нагреве, при наличии неоднородностей и внутренних натяжений в дальномере, опасным является изменение оптических качеств концевых пента-призм и изгибы внутренней трубы в плоскости измерительного треугольника.

Влияние всех указанных изменений на точность показаний дальномера может быть устранено своевременно предпринятой выверкой его.

Однако, работа дальномера может еще затрудниться от ухудшения качества изображения при одностороннем нагреве объективов и клиньев.

Весьма опасным также является перемещение от ударов или сотрясений вдоль базы дальномера объективов и центральных призм, так как при этом появляется параллактическая ошибка, которая на корабле исправляться не может.

При смещении объективов в плоскости, перпендикулярной плоскости измерительного треугольника и перпендикулярно базе, получается ошибка в половинении. Следовательно, видно, что наиболее чувствительные стекла в дальномере, объективы и центральные призмы должны быть тщательно и надежно закреплены в своих оправках.

Внутренняя труба должна быть предохранена от одностороннего нагревания; последнее требование может быть выполнено двояким путем: наружная труба дальномера может быть предохранена при помощи особой обшивки или специальной окраски от нагревания или же, наоборот, наружная труба не обшивается вовсе, но зато принимаются меры, чтобы воспринятая ею теплота равномерно распространилась по всей ее массе.

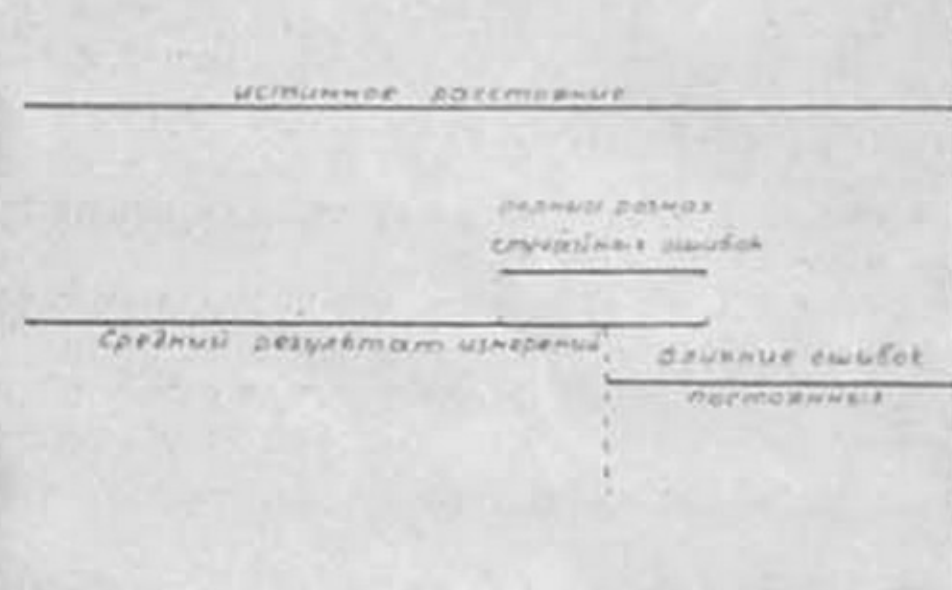
§ 11. Теоретическая точность дальномеров.

Ошибки дальномеров бывают постоянные и случайные; первые из них отзываются на среднем результате измерений и происходят от того, что дальномер не был достаточно хорошо выверен; от вторых зависит размах отклонений отдельных измерений около среднего результата и происходят они от несовершенства работы самого наблюдателя (черт. 58).

Влияние причин постоянных может быть обнаружено и величина их определена измерениями расстояний до предметов, истинное расстояние до которых точно известно, а затем причины эти должны быть устранены соответствующими приспособлениями (выверочными).

Случайные же ошибки показаний дальномера могут быть только уменьшаемы до известного предела (при большом числе наблюдений), но совершенно уничтожены быть не могут.

Вообще, при большом числе наблюдений, имеется полная аналогия между распределением отдельных измерений около среднего результата



Черт. 58.

всех измерений и рассредоточиванием отдельных траекторий (при стрельбе) около средней. И если постоянные причины, уклоняющие результаты измерений в одну какую-либо сторону, устранены, то останутся лишь одни случайные ошибки, которые подчиняются общему закону таких ошибок, а именно, что

1) все ошибки заключаются в некоторых пределах, другими словами, для каждого дальномера для данной дистанции существует некоторая наибольшая ошибка в ту и другую сторону и ошибки больше их могут получиться только, как редкое исключение;

2) чем ошибка меньше, тем она вероятнее, другими словами, показаний более близких к средней дистанции будет получаться больше, чем более удаленных от нее;

3) ошибки, одинаковые по величине, но разные по знаку, равновероятны, другими словами, при большом числе испытаний графически нанесенные точки располагаются симметрично относительно средней точки.

Таким образом, мы видим, что существует полная аналогия между случайными ошибками измерения расстояний и случайными отклонениями снарядов, при чем в обоих случаях совершенно одинаков и количественный закон (у снарядов — эллипс рассеивания), выражающий зависимость числа отклонений в какой-либо полосе от положения ее относительно средней точки. Поэтому при оценке работы дальномера рассматриваются такие же величины, что и при рассеивании снарядов, а именно:

ΔD_1 — ошибки отдельных измерений, т. е. разность между измеренной дистанцией D_1, D_2 и т. д. и истинной D
 E_1 — средняя квадратическая ошибка, равная корню квадратному из суммы квадратов ошибок отдельных измерений (относительно истинного результата), деленных на число их

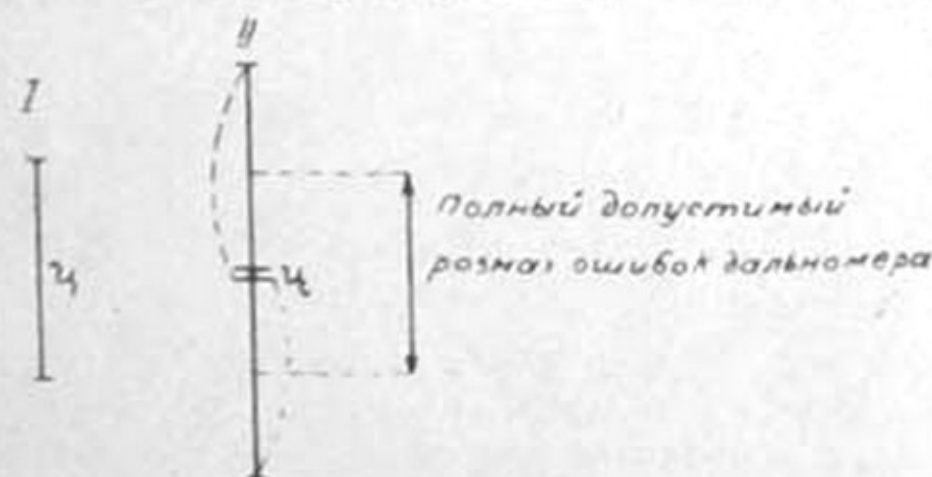
$$E = \sqrt{\frac{\sum (\Delta D)^2}{n}}$$

ΔD_0 — ошибка среднего результата, т. е. разность между средней из измеренной дистанции D_0 и истинной D , численно равная квадратической ошибке, деленной на корень квадратный из числа наблюдений $\Delta D_0 = \frac{E_1}{\sqrt{n}}$

r — вероятная ошибка отдельного измерения, принимаемая численно равной $0,67 E_1$.

Но необходимо быть уверенным, что постоянные ошибки дальномера совершенно устранены.

Если мы нанесем точки, соответствующие отдельным измеренным расстояниям, то эти точки не будут совпадать с целью, а будут распре-



Черт. 59.

деляться вокруг своей средней точки, соответственно тем ошибкам, которые получились при измерении; важно лишь, чтобы цель была захвачена внутри точек рассеивания дальномера. Конечно, следует стремиться, чтобы покрывать цель всегда средней частью линии рассеивания, как показано на I схеме черт. 59.

Но так как это все равно практически недостижимо, то приходится мириться, если цель захватывается хотя бы концом линии, как показано на схеме II.

Из этой схемы видно, что величина полного размаха ошибок дальномера должна быть (считая, что постоянных ошибок нет) не более величины рассеивания снарядов, т. е. необходимо, чтобы вероятная ошибка дальномера не превышала вероятного отклонения снарядов в дальности (или была меньше), тогда возможно самое широкое использование дальномера для ведения самой стрельбы.

Во время службы дальномера на корабле (хотя бы дальномер и был выверен, как следует), может появиться постоянная ошибка, благодаря резкому изменению температуры, прогибу и т. п., так как тогда меняется база дальномера и углы в призмах, т. е. получается постоянная линейная и угловая ошибка. Постоянная угловая ошибка при выверке уничтожается наклоном луча, при помощи выверочного приспособления, на некоторый угол в требуемом направлении. Линейная же ошибка (ошибка в базе) выверочным приспособлением уничтожена быть не может и вызывает постоянную ошибку в показаниях дальномера. Происшедшая, вследствие ошибки в базе ΔB , ошибка в дистанции ΔD определяется следующим образом. Из подобных треугольников ACL и AMK (угол δ в обоих треугольниках остается точно без изменений) имеем (черт. 60).

$$D : B = (D + \Delta D) : (B + \Delta B)$$

где $\Delta B = CK$ есть ошибка в базе дальномера,

$\Delta D = LM$ — получившаяся благодаря ей ошибка в измеренной дистанции.

$$D \cdot (B + \Delta B) = B \cdot (D + \Delta D)$$

$$D \cdot B + D \cdot \Delta B = D \cdot B + B \cdot \Delta D$$

$$D \cdot \Delta B = B \cdot \Delta D$$

$$\frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta D}{D}$$

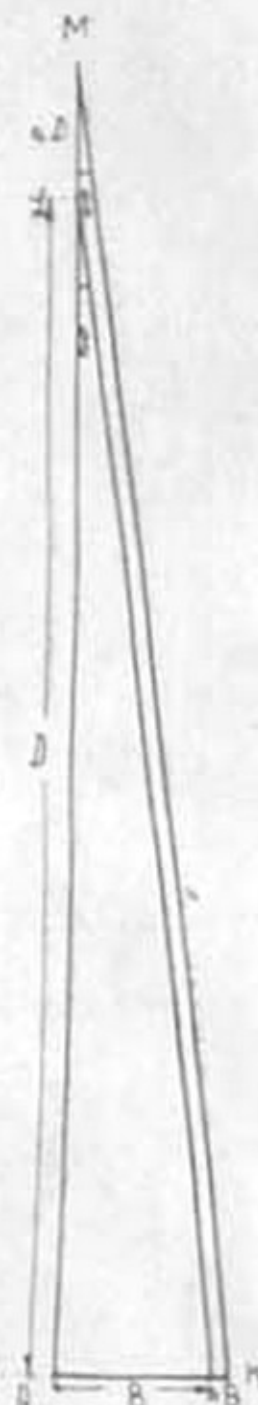
т. е. постоянная относительная ошибка в базе дает относительную ошибку в измеренной дистанции.

Например, дальномеры изготавливаются заводами с точностью $0,1\%$ в базе, поэтому постоянная ошибка в показаниях дальномера от указанной не точности в базе составит $0,1\%$ от измеренной дистанции.

Из выведенной формулы можем написать.

$$\Delta D = \frac{\Delta B \cdot D}{B}$$

т. е. при той же относительной ошибке в базе, ошибка в дистанции будет увеличиваться с увеличением дистанции.



Черт. 60.

Случайные ошибки при измерении дистанций дальномером являются следствием случайных ошибок в определении угла δ . Пусть в угле допущена ошибка $\Delta\delta$ (черт. 61) в меньшую сторону, т. е. вместо верного угла δ измерен угол $\delta_1 = \delta - \Delta\delta$, тогда вместо истинной дистанции $D = AL$ мы получим $AM = D + \Delta D$, где $\Delta D = LM$ и будет ошибка в дистанции.

Из треугольника ACL можно написать $\operatorname{tg} \delta = \frac{B}{D}$, в виду же того, что угол δ — порядка нескольких минут, можно тангенс угла заменить самым углом $\delta = \frac{B}{D}$.

Из треугольника ACM можно написать

$$\operatorname{tg} (\delta - \Delta\delta) = \frac{B}{D + \Delta D} \text{ или } \delta - \Delta\delta = \frac{B}{D + \Delta D}$$

Вычитая первое полученное выражение из второго, получим:

$$\delta - \Delta\delta - \delta = \frac{B}{D + \Delta D} - \frac{B}{D}$$

$$-\Delta\delta = \frac{B \cdot D - B \cdot D - B \cdot \Delta D}{D(D + \Delta D)}$$

$$\Delta\delta = \frac{B \cdot \Delta D}{D(D + \Delta D)}$$

а так как $(D + \Delta D)$ и D мало разнятся, то для удобства рассуждений заменим это произведение через D^2 ,

$$\Delta\delta = \frac{\Delta D \cdot B}{D^2}$$

откуда

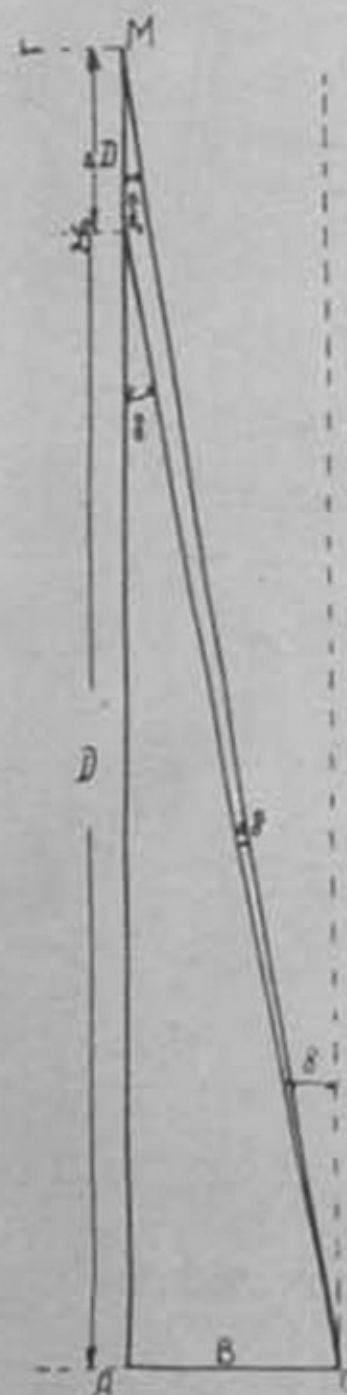
$$\Delta D = \frac{\Delta\delta \cdot D^2}{B}$$

т. е. ошибка в дистанции прямо пропорциональна угловой ошибке $\Delta\delta$, квадрату дистанции и обратно пропорциональна базе.

Измерение угла δ состоит в совмещении двух изображений в поле зрения дальномера. Ошибка же в совмещении двух линий, при помощи зрительной трубы увеличения W , будет меньше в W раз, чем при совмещении невооруженным глазом, так как для зрительной трубы все угловые расстояния увеличиваются для глаза пропорционально ее увеличе-

нию, поэтому для оптического дальномера, имеющего увеличение W , ошибка в определяемой дистанции от ошибки в угле будет в W раз

$$\text{меньше и тогда } \Delta D = \frac{\Delta\delta \cdot D^2}{B \cdot W}$$



Черт. 61.

Обыкновенно угол δ и ошибка угла $\Delta\delta$ выражаются в секундах, дистанция D и ошибка в дистанции ΔD — в кабельтовых; если база дальномера дана в футах, то имеем

$$\Delta D_{\text{каб.}} = \frac{D_{\text{каб.}}^2 \cdot 600}{W \cdot B_{\text{фут.}}} \cdot \frac{\Delta\delta'' \cdot 2\pi}{360 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{D_{\text{каб.}}^2 \cdot \Delta\delta''}{344 \cdot W \cdot B_{\text{фут.}}}$$

если база дана в метрах, то

$$\Delta D_{\text{каб.}} = \frac{D_{\text{каб.}}^2 \cdot 183}{W \cdot B_{\text{метров}}} \cdot \frac{\Delta\delta'' \cdot 2\pi}{360 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{D_{\text{каб.}}^2 \cdot \Delta\delta''}{1128 \cdot W \cdot B_{\text{метров}}}$$

Вследствие физиологических особенностей глаза человека, наименьшая величина угловой ошибки, при совмещении невооруженным глазом двух параллельных линий, составляет $10''$ при благоприятных условиях и у наблюдателя имеющего большую остроту зрения; при неблагоприятных же условиях она возрастает в два-три раза больше, т. е. составляет $20''$, $30''$.

В каталогах разных оптических фирм данные о точности дальномеров, т. е. ошибки показаний дальномеров на разных дистанциях, вычислены по выведенной формуле, принимая $\Delta\delta = 10''$, и потому считают, что хороший наблюдатель при всех благоприятных условиях может дать ошибку измерения, не превышающую вычисленной по формуле.

Практически же, т. е. в судовой обстановке, величина ошибки раза в 3 больше теоретической.

В помещенной на стр. 64 таблице даны теоретические ошибки дальномеров разных баз, на разных дистанциях, в кабельтовых и в процентах от дистанции и, следовательно, чтобы получить представление о точности, с которой можно получить расстояние практически в судовой обстановке, надо все цифры в таблице умножить на три.

Как видно из вышеприведенной формулы, единственными мерами для увеличения точности показаний оптического дальномера являются: увеличение его базы (B) и усиление его увеличения (W).

Однако, увеличение W не может быть повышено свыше известного предела (около 30), иначе от атмосферных влияний получается колеблющееся и неясное изображение и, кроме того, при большом увеличении становятся резко заметными неизбежные при сборке и изготовлении небольшие неисправности оптической части, поэтому более надежным средством для повышения точности дальномера является увеличение его базы B .

ТАБЛИЦА

теоретических (минимальных) ошибок дальнометров при увеличении 28, считая разделительную способность глаза в 10".

Расстояние в кабельтовых.	9 футовый Барр и Струд.		3-х метровый Цейсс.		5-ти метровый Цейсс.	
	Величина ошибки в кабель- товых.	В про- центах от ди- станции.	Величина ошибки в кабель- товых.	В про- центах от ди- станции.	Величина ошибки в кабель- товых.	В про- центах от ди- станции.
10	0,01	0,1%	0,01	0,1%	0,006	0,06%
20	0,05	0,25%	0,04	0,2%	0,02	0,1%
30	0,13	0,43%	0,09	0,3%	0,05	0,15%
40	0,19	0,48%	0,17	0,4%	0,1	0,25%
50	0,29	0,58%	0,26	0,5%	0,16	0,32%
60	0,41	0,68%	0,38	0,63%	0,22	0,37%
70	0,56	0,80%	0,51	0,73%	0,31	0,44%
80	0,74	0,92%	0,67	0,84%	0,40	0,5%
90	0,93	1,03%	0,85	0,94%	0,51	0,56%
100	1,15	1,15%	1,0	1,0%	0,63	0,63%
120	1,66	1,38%	1,52	1,26%	0,91	0,76%
150	2,59	1,72%	2,37	1,5%	1,42	0,94%
200	4,61	2,30%	4,22	2,1%	2,52	1,26%

§ 12. Особые способы выверки дальнометра на согласование.

а) Способ «захвата в вилку» при выверке дальнометра на согласование, как по земным предметам, расстояние до которых точно известно, так и по небесным светилам или по выверителю, дает несколько большую точность, чем способ непосредственного сведения. Заключается он в следующем: сводящим валиком передвигают нижнее изображение до тех пор, пока оно почти что будет сведено с верхним, при том так, что это и доведение настолько мало, что едва-едва только ощущается глазом наблюдателя, при этом замечают отсчет на шкале. Затем сводящим валиком подводят опять одно изображение к другому в такое же положение, едва-едва недоведенное, но только на этот раз оно находится с другой стороны (один раз нижнее изображение относительно верхнего чуть вправо, а второй раз — влево), тогда замечают второй отсчет на шкале. Среднее арифметическое из этих двух отсчетов и дает более точный результат, чем отсчет при непосредственном сведении. Большая точность, достигаемая этим приемом, может быть объяснена так: предположим, что истинное расстояние до некоторого предмета будет 50 кабельтовых и что расхождение изображений, соответствующее изменению расстояния в $\frac{1}{4}$ кабельтова в ту или другую сторону не может быть усмотрено. Произведя обычным способом ряд особенно тщательных наблюдений, наблюдатель может получить ряд отсчетов расстояний в пределах от $49\frac{1}{4}$ до $50\frac{1}{4}$ кабельтовых. Но с другой стороны расхождение изображений, соответствующее изменению расстояния в $\frac{1}{2}$ кабельтова может быть уже отчетливо рассматриваемо наблюдателем. Если, в таком случае, установить индекс шкалы на отсчет $49\frac{1}{2}$, то будет заметно чуть ощутительное расхождение изображений, а если затем установить индекс шкалы на отсчет $50\frac{1}{2}$, то также будет видно, что изображения разошлись на ту же почти величину, но только в обратную сторону. Среднее арифметическое из этих двух чисел даст расстояние более близкое к истинному, чем при непосредственном сведении (в данном примере получилось даже истинное расстояние 50 кабельтовых).

Способом «захвата в вилку» можно пользоваться не только для выверки на согласование, но, конечно, и для измерения расстояний до предметов в тех случаях, когда точность производства измерений важнее скорости, но, очевидно, только при неизменяющемся расстоянии между наблюдателем и предметом.

б) Способ выверки дальнометра по двум предметам, расстояние между которыми неизвестно.

Способ этот, носящий также название «способа постепенного приближения», употребляется в том случае, если желательно выверить дальнометр.



Черт. 62.

дальномер по земному предмету, а предметов, расстояние до которых точно известно, нет. Тогда из окружающих предметов нужно выбрать два предмета, хорошо видимых от наблюдателя, находящегося в точке A (черт. 62).

Для пояснения идеи этого способа предположим, что мы знаем, что расстояние до предмета $B = 30$ каб., а до предмета $C = 100$ каб. Выбирать надо предметы вообще таким образом, чтобы расстояние до одного из них было большое, а до другого возможно меньше, так как зная, что ошибка в измеряемом расстоянии пропорциональна квадрату расстояния, то, следовательно, меньшее расстояние AB будет измерено дальномером гораздо точнее, чем большее AC .

В точку B посылаем наблюдателя с секстаном, который по условленному сигналу возьмет угол ABC . На корабле в тот же момент возьмут угол BAC ; пусть в нашем примере измеренный секстаном угол $ABC = 100^\circ 40'$, а угол $BAC = 61^\circ 50'$, тогда угол $C = 180^\circ - (100^\circ 40' + 61^\circ 50') = 17^\circ 30'$.

Одновременно с корабля будет взято дальномером, который мы хотим проверить, два расстояния до предмета C и до предмета B , предположим эти расстояния оказались $AC_1 = 80$ каб., $AB_1 = 28,1$ каб.

Считая, что маленькое расстояние AB_1 взято точно, решаем треугольник по стороне AB_1 и углам B и C и получим вычисленную сторону AC_1 (при чем получили ее вычислением точнее, чем наблюдением).

Из треугольника имеем:

$$\frac{AC_1}{AB_1} = \frac{\sin B}{\sin C}, \quad AC_1 = X_1 = \frac{AB_1 \sin B}{\sin C}$$

$$\lg AC_1 = \lg AB_1 + \lg \sin B - \lg \sin C.$$

$\lg AB_1 = \lg 28,1$	1,44871
$\lg \sin B = \lg \sin 100^\circ 40'$	1,99243
$-\lg \sin C = -\lg \sin 17^\circ 30'$	0,52186
$\lg X_1$	1,96300

$$X_1 = 91,8 \text{ каб.}$$

Измеренное же расстояние $AC_1 = 80$ каб.

Такая большая разница в вычисленном и измеренном расстоянии указывает на существование у дальномера большой погрешности, которую и следует уничтожить. Считая вычисленную сторону AC более точной, чем измеренную, известным нам уже приемом, устанавливаем, чтобы при точно сведенных изображениях на шкале стоял отсчет 91,8. После этого измеряем расстояние AB , которое теперь уже будет несколько отличаться от первоначального, так как мы сбили немного внутренние механизмы дальномера. Предположим, получили $AB_2 = 29,2$. Опять решаем треугольник.

$\lg AB_2 = \lg 29,2$	1,46538
$\lg \sin B = \lg 100^\circ 40'$	1,99243
$-\lg \sin C = -\lg 17^\circ 30'$	0,52186
$\lg X_2$	1,97967

$$X_2 = 95,4$$

Опять согласовываем, чтобы при сведенных изображениях на шкале стоял отсчет 95,4 каб. и затем берем расстояние до предмета B ; пусть оно $= 29,6$, решаем треугольник

$\lg 29,6$	1,47129
$\lg \sin 100^\circ 40'$	1,99243
$-\lg \sin 17^\circ 30'$	0,52186
$\lg X_3$	1,98558

$$X_3 = 96,7$$

Проделав все это еще раз получим $AB = 29,7$, тогда

$\lg 29,7$	1,47276
$\lg \sin 100^\circ 40'$	1,99243
$-\lg \sin 17^\circ 30'$	0,52186
$\lg X_4$	1,98705

$$X_4 = 97,5$$

Установив это расстояние на шкале, при точно сведенных изображениях, измерив расстояние до предмета B и получив его равным предыдущему $AB = 29,7$, можем считать выверку дальномера оконченной.

с) Способ выверки дальномера по двум предметам, находящимся на створе, расстояния между которыми точно известно.

Находясь на створе двух достаточно удаленных предметов (пусть расстояние между ними будет 30 каб.), возьмем до них расстояние; пусть до дальнего дальномер дал 90 каб., а до ближайшего — 41 каб.

Из показаний дальномеров выходит, что расстояние между предметами равно 49 каб., а между тем оно равно точно 30 каб., следовательно, дальномер не выверен.

Для уничтожения погрешности его по этому способу нужен чертеж шкалы. Взяв циркуль, устанавливаем одну ножку его на отсчет 90, а другую на отсчет 41. Не меняя растворения ножек циркуля, начинаем прикладывать их к шкале и искать такие два отсчета, чтобы разность между ними была бы 30 каб. (истинное расстояние между предметами). Оказывается, что такими отсчетами будут для данного примера 35 и 65, тогда мы можем сказать, что расстояние до дальнего предмета будет 65 каб., до ближайшего — 35 каб.

После этого производим выверку дальномера по предмету, до которого известно расстояние.

II ОТДЕЛ.

Стереоскопические дальномеры.

§ 13. Идея устройства стереоскопических дальномеров.

В нашей книге «Морские оптические приборы»¹⁾ было разобрано, что зрение двумя глазами дает возможность восприятия глубины пространства. При рассматривании какой-либо точки предмета обоими глазами, мы направляем оси обоих глаз на рассматриваемую точку и, таким образом, заставляем эти оси пересекаться на ней под определенным углом (этот угол называется параллактическим). При визировании бесконечно далекой точки, оси обоих глаз параллельны и параллактический угол тогда равен нулю; при визировании точки, находящейся на расстоянии наилучшего зрения, величина этого угла будет наибольшая. Таким образом, каждому расстоянию соответствует совершенно определенный угол между осями глаз и обратно, определенному углу между осями соответствует свое расстояние. Различие в параллактических углах воспринимается нашим сознанием и мы поэтому судим об удалении рассматриваемых предметов.

Кроме способностей осей глаз пересекаться в визируемой точке предмета, необходимо отметить еще свойство центральной системы (мозга) сливать зрительные впечатления, получаемые двумя глазами в одно пространственное целое. В теоретической части курса было доказано, что так как на сетчатках правого и левого глаза изображения одного и того же предмета получаются не одинаковыми, то каждой точке предмета будет соответствовать два отдельных изображения на сетчатках глаз; впечатление этих двух сходных изображений сольется в мозгу в одно пространственное целое, но степень неодинаковости двух изображений и дает нам ясное представление о перспективном расположении предметов, и потому, смотря двумя глазами, человек будет видеть рельеф местности.

Аналогично, смотря на пару стереоскопических фотографий через стереоскоп, мы будем видеть рельеф местности, так как правая и левая фотографии не одинаковы и соответствуют тому, как мы видим этот ландшафт правым и левым глазом.

На чертеже 63 даны фотографии десяти отдельных фигур, при чем фигуры эти нанесены так, что правые фигуры относительно своих левых будут смещены на различные величины, и потому, смотря на них в стереоскоп, когда они наложатся одна на другую, мы будем их видеть на различном удалении.

Фигуры эти представляют собой только силуэты различных предметов, вследствие чего при стереоскопическом рассматривании их исклю-

чаются такие вспомогательные средства, как, например, распределение теней, частичное покрытие одних предметов другими и т. п.

Этот рисунок составлен Пульфрихом и им можно пользоваться для определения остроты стереоскопического зрения человека; для этого у каждого силуэта нанесены 4 значка — крест, штрих, шар и треугольник; один из них лежит в плоскости фигуры, а остальные впереди или сзади, силуэты нанесены таким образом, что стереоскопические различия (черт. 65) для находящихся возле них значков, по отношению к силуэту, равны на одной фигуре 0,01 мм, на другой 0,02 мм и т. д., этим различиям приблизительно соответствуют параллакс 15", 30" и т. д.

При определении остроты стереоскопического зрения наблюдатель должен раньше всего сказать, какие силуэты находятся ближе и какие ему кажутся дальше, а затем уже указать положение отдельных значков относительно плоскости силуэта в каждой фигуре.

Порядок глубины фигур в пространстве, а также расположение значков на отдельных фигурах указаны в нижеприведенной таблице.

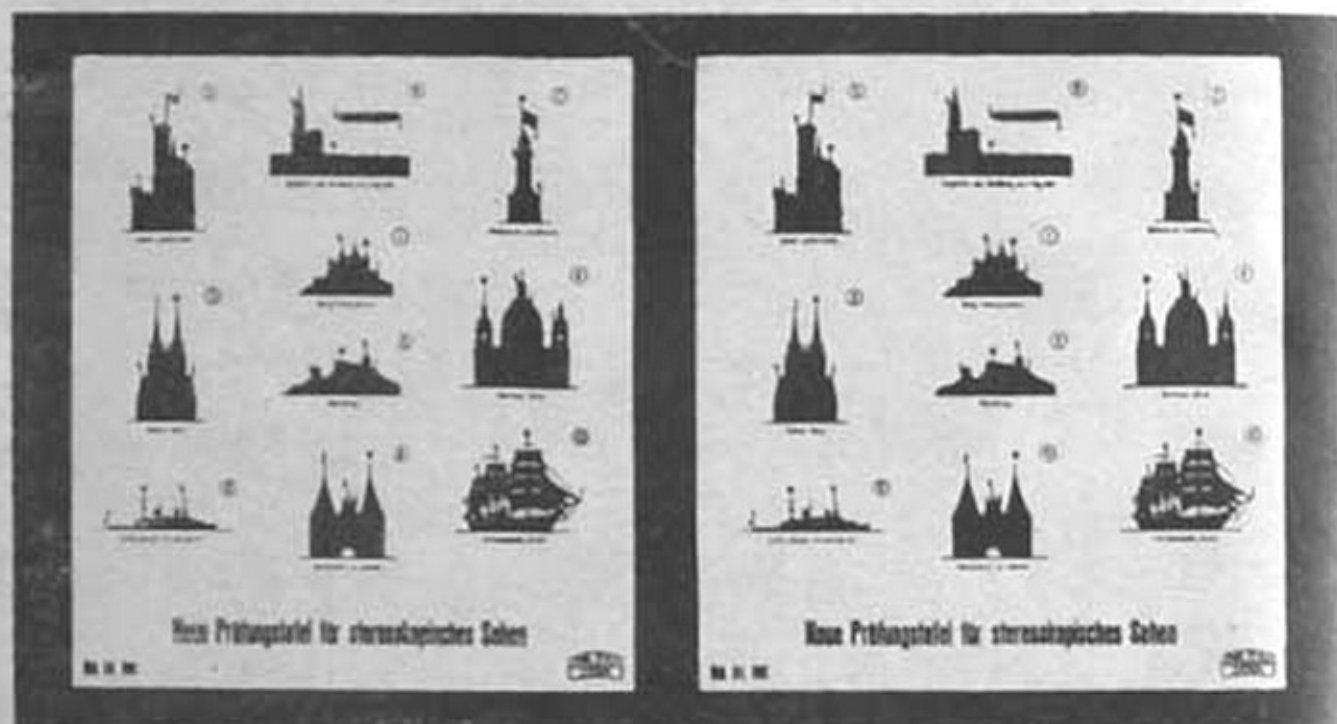
№ фигур.	Порядок глубины.	З Н А Ч К И			
		крест	штрих	шар	треугольник
1	6	1	1	3	2
2	4	2	1	3	3
3	5	3	2	1	3
4	3	3	1	2	2
5	3	2	3	3	1
6	2	3	3	1	2
7	5	1	1	3	2
8	2	2	1	3	1
9	7	3	3	2	1
10	1	1	3	1	2

Первыми номерами отмечены значки и фигуры наиболее удаленные от наблюдателя. Значки с номером 2 находятся в одной плоскости с соответствующим силуэтом. Значки с номером 3 находятся впереди плоскости силуэта. Прямоугольная рама находится впереди и является как-бы окном, через которое видим лежащие позади фигуры.

Острота стереоскопического зрения человека, конечно, имеет свой предел, так как при известном удалении предметов параллактические углы делаются настолько малыми, что мы теряем способность сознавать различие между ними; изображения на сетчатках обоих глаз будут тогда одинаковы и, следовательно, все предметы, находящиеся далее этого

¹⁾ Издание Р. И. О. В. Морских Сил РККА. Ленинград. 1926 г.

предельного параллактического угла, будут казаться нам расположенными в одной плоскости. Чтобы проникнуть за этот предел пользуются идеей телестереоскопа Гельмгольца. Если мы установим телестереоскоп неподвижно и наведем его на какую либо часть пространства, то каждая точка этого пространства дает в обоих фокальных плоскостях изображения, расположенные на вполне определенных местах; относительное расположение этих изображений в обоих фокальных плоскостях зависит от удаления рассматриваемой точки от прибора или, другими словами, зависит от ее параллактического угла. Следовательно, если мы на местах, соответствующих обоим изображениям одной и той же точки в фокальных плоскостях обоих объективов, поставим по значку, то, очевидно, нам



Черт. 63.

будет казаться, что значки эти будут сливаться в пространстве, как между собой, так и с той точкой пространства, с изображением которой значки совпадают в фокальных плоскостях. Таким образом, мы можем, в фокальных плоскостях телестереоскопа, нанести на стекло черточки, расположив их так, чтобы соответственные каждые две черточки сливались со своей точкой пространства, но так как черточки эти будут занимать места в фокальных плоскостях в зависимости от параллактического угла, т. е. от удаления точки пространства, то поставив около них цифры, указывающие это удаление, мы будем видеть, при рассматривании двумя глазами, рельефное изображение ландшафта с висящими над ним черточками и цифрами, уходящими в даль.

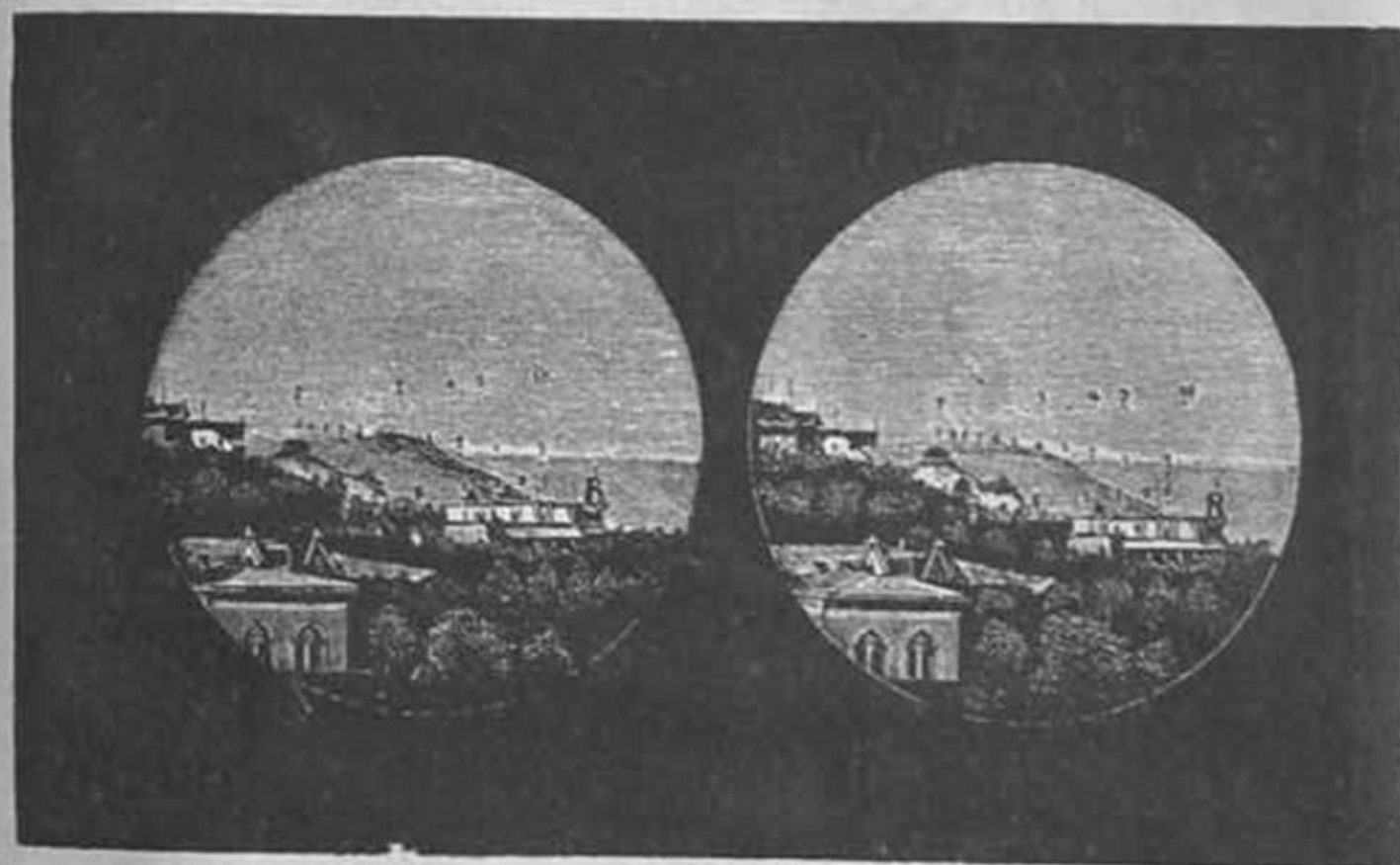
Идея нанесения таких черточек принадлежит инженеру Hector de Grousselliers и была им в 1893 году сообщена фирме Цейсса, которая и взяла на себя техническую разработку этой идеи и применение ее к телестереоскопу Гельмгольца.

Таким образом, первый стереоскопический дальномер Цейсса представлял собой телестереоскоп Гельмгольца, в фокальных плоскостях

которого помещены две стеклянные пластинки с нанесенными черточками с цифрами, при чем такая шкала, помещенная перед левым окуляром, представляет собой перспективное изображение точек пространства из центра левого объектива, а перед правым окуляром из центра правого объектива. Чтобы нанести возможно больше точек шкалу строят по ломанной линии.

Прилагаемая фотография представляет собой снимки с тех действительных изображений ландшафта, которые получаются в обоих фокальных плоскостях прибора, вместе с нанесенными в тех же плоскостях штрихами (черт. 64).

Если эту фотографию вставить в обыкновенный стереоскоп, то нам представится рельефное изображение ландшафта с висящими над ним



Черт. 64.

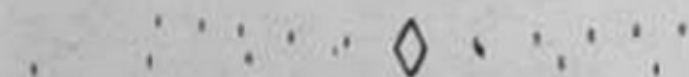
штрихами и цифрами, уходящими в даль. Эти то штрихи и цифры указывают прямо удаление от наблюдателя тех предметов, над которыми они находятся. Отметки эти, как видно на данной фотографии, расположены в трех рядах, под углом друг к другу (в первом ряду марки указывают расстояние до 1 километра, во втором от 1 до 2 км и в третьем от 2 до 10 км), при чем в стереоскопе и дальномере эти ряды штрихов будут казаться уходящими в даль вместе с ландшафтом.

Самое измерение ведется следующим образом: наводят прибор по направлению того предмета, удаление которого желают определить, но при этом наводят не на самый предмет, а на небо, несколько выше предмета и стараются воспринять изображение расположенных в пространстве марок (штрихов). Не теряя этой стереоскопической картины серий марок, поворачивают прибор около горизонтальной оси, т. е. опу-

скают объективы и поднимают окуляры. Когда изображение предмета появится в нижней части поля зрения, измерительная шкала будет находиться над этим изображением предмета и для измерения удаления нужно проследить под каким местом того или другого ряда с марками находится верхняя точка предмета.

Практика с такими дальномерами показала, что в действительности определить ими расстояние очень трудно, необходимы колоссальный навык и особый выбор наблюдателей, так как процент людей, могущих определять этими дальномерами расстояния, оказался чрезвычайно мал. Поэтому фирмой Цейсс этот тип дальмера был усовершенствован тем, что вместо уходящей дороги со штрихами, соответствующими различным дистанциям, была нанесена всего одна пара штрихов (по одному в каждой из фокальных плоскостей), причем пластину с одним из этих штрихов можно было передвигать в сторону, вдоль оси дальмера. Такое переменное положение, одного штриха относительно другого соответствовало при каждом его положении паре постоянных штрихов, нанесенных, как разобрано было выше, для различных расстояний: так, для бесконечно-большого расстояния оба штриха должны находиться перед обоими глазами по середине. По мере приближения предмета один штрих по отношению другого должен быть понемногу отодвинут, так как это должно соответствовать тому, что мы получаем на сетчатке глаза, когда при приближении предмета изображения одной и той же точки в обоих глазах расходятся (черт. 65) и при наложении в мозгу одной сетчатки на другую соответственные точки одного и того же предмета уже не будут совпадать, как при предмете, находящемся на бесконечности.

Конечно расстояние между этими точками будет тем больше, чем дистанция до предмета меньше, а так как было доказано раньше, что расхождение соответствующих точек предмета на сетчатках обоих глаз ощущается нашим мозгом, как приближение, то, следовательно, передвигая один штрих относительно другого в сторону, мы будем получать впечатление, что фактически видимый нами обоими глазами один штрих приближается в пространстве к нам. Таким образом можно будет найти такое положение правого штриха по отношению левого, при котором получится совпадение по дальности штриха с данной точкой ландшафта, и измерение расстояний таким дальномером будет заключаться в том, чтобы передвинуть этот штрих так, чтобы казалось, что предмет и штрих находятся в одной дальности.



Черт. 66.

кой, с вспомогательными штрихами, расположенными по обе стороны ромба (черт. 66).

Примечание. В дальномере вместо штриха на обеих пластинках наносится по ромбу, называемому измерительной мар-

§ 14. Теоретическая точность стереоскопических дальномеров.

Величина, на которую для данного расстояния надо передвинуть измерительную марку, может быть выведена из подобия треугольников KO_1O_2 и O_2LM (черт. 67)

$$\frac{s}{F} = \frac{B}{D}$$

откуда

$$s = \frac{B \cdot F}{D}$$

где D —расстояние до предмета,

B —база прибора,

F —фокусное расстояние объектива,

s —искомая величина, на которую надо подвинуть ромб, O_1 и O_2 —объективы прибора.

Величины B и F для данного прибора постоянны, следовательно, подставляя в формулу разные D , будем получать соответствующие им величины s , т. е. будем получать на сколько для данного расстояния надо передвинуть ромб, чтобы видеть слившиеся оба ромба совмещенными по дальности с предметом на данном расстоянии.

Чтобы найти ошибку при определении расстояний, дифференцируем эту формулу:

$$ds = -\frac{B \cdot F}{D^2} dD$$

откуда

$$dD = -\frac{D^2 \cdot ds}{B \cdot F}$$

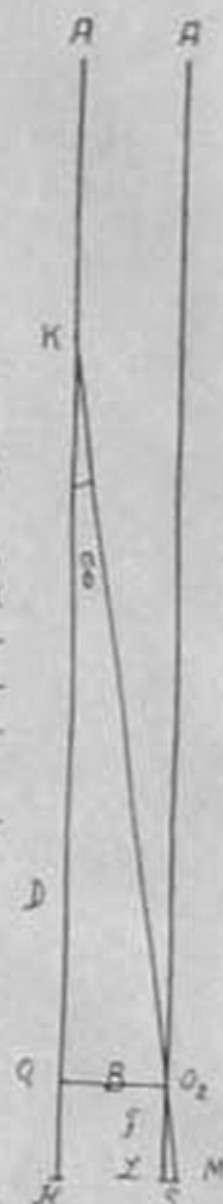
из треугольника O_2LM имеем, что $s = F \tan \delta$, а так как угол δ весьма мал, то можно написать что $s = F \cdot \delta$. Предельная величина (наименьшая), при которой еще видна рельефность будет $ds = F \cdot d\delta$, где $d\delta$ будет наименьший параллактический угол, обыкновенно для теоретической точности его считают равным $10''$; подставив в формулу, получим

$$dD = -\frac{D^2}{B \cdot F} \cdot F \cdot d\delta; \quad dD = -\frac{D^2 \cdot d\delta}{B}$$

а если ввести в формулу увеличение прибора W , то ошибка в расстоянии будет в W раз меньше

$$dD = -\frac{D^2 \cdot d\delta}{B \cdot W}$$

Рассматривая полученную формулу ошибки в дистанции от ошибки в измеренном угле для стереоскопических дальномеров, мы видим, что она имеет тот же вид, что и формула ошибки в дистанции для моно-



Черт. 67.

куляриных горизонтально-базисных дальномеров, при чем эту формулу можно было вывести совершенно так же, как это было произведено там.

§ 15. 3-х-метровый стерео-дальномер Цейсса завода Нединско.

1) Главные конструктивные и оптические данные дальномера.

Длина базы дальномера	3 метра
Полная длина дальномера	3370 мм
Диаметр подшипников	216 мм
Расстояние до подшипников от центра окуляров влево и вправо	530 мм
Шкала дистанций	от 8,2 до 250 кабельтовых
Выверка внутренняя абсолютная.	
Ось окуляров направлена вниз под углом	60°
Увеличение дальномера	14 и 28
Диаметр выходного зрачка	4,2 мм и 2,1 мм
Светосила	17,64 и 4,41
Поле зрения истинное	2°30' и 1°30'
Увеличение искателя	7
Диаметр выходного зрачка	7,1 мм
Светосила	50,4
Поле зрения истинное	7°18'
Вес дальномера	200 килограммов
Вес ищика	150 килограммов
Вес тумбы с сидением	320 килограммов

2) Наружное устройство дальномера.

Дальномер состоит из наружного корпуса, средней трубы и внутреннего остова и имеет внутреннюю абсолютную выверку.

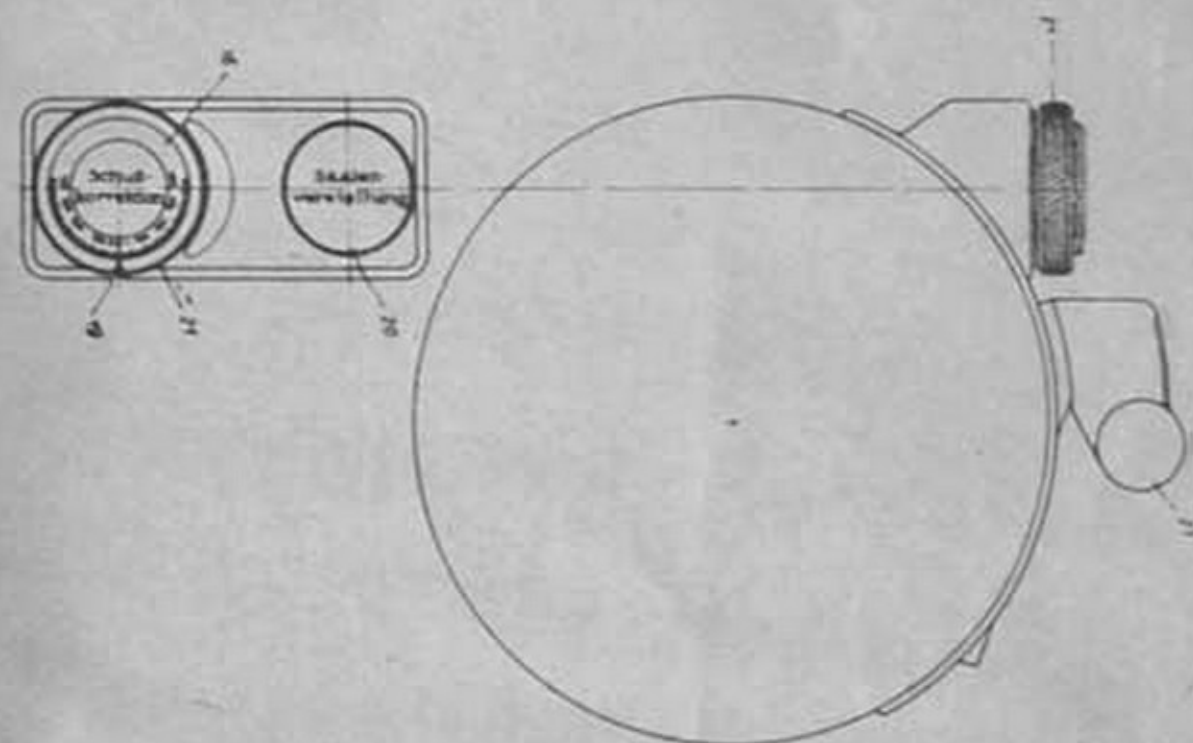
Наружный корпус и средняя труба служат для защиты внутреннего остова; на 1-ом расположены: окуляры, валики приспособлений, служащих для измерения дистанций и для производства выверки дальномера, держатели зрительных труб (искатель), прикреплена тяга от высотометра и т. п. Внутренний остова содержит особо чувствительные к внешнему воздействию части оптической системы дальномера—объективы и окулярные призмы.

Оба окуляра, правый и левый, установлены в одной раме, привинченной к наружному корпусу дальномера; оси их наклонены вниз под углом 60°, для удобства наблюдения по воздушным целям. Окуляры имеют приспособление для установки расстояния между глазами (от 55 мм до 75 мм) и шкалу с диоптрийными делениями для установки каждого окуляра на резкость зрения (от —5 до +5 диоптрий).

На чертежах IX, X и XI, лист 4 (сзади текста) дан наружный вид дальномера с тумбой.

А. Дальномер.

- 1 — Наружная труба дальномера
- 2a } — Концевые коробки.
- 2b }
- 3a } — Концевые окна.
- 3b }
- 4a } — Цапфенные кольца.
- 4b }
- 5a } — Окуляры.
- 5b }
- 6 — Рычажок для перемены увеличения.

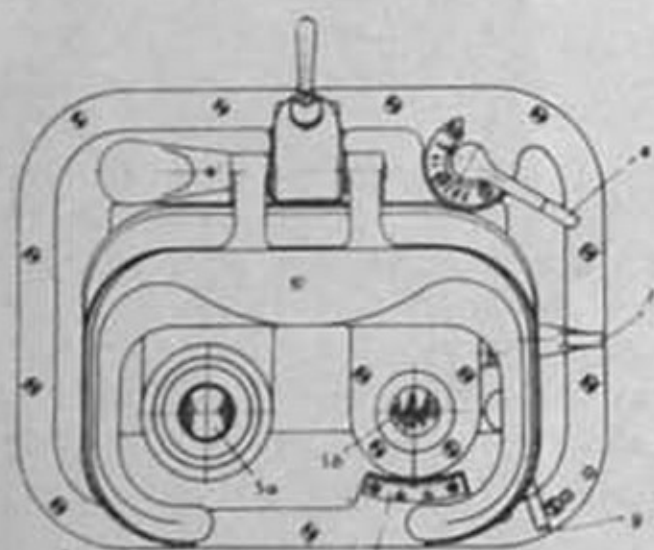


Черт. 68.

- 7 — Рычажок для установки расстояния между глазами.
- 8 — Шкала в миллиметрах для установки расстояний между глазами.
- 9 — Рычажок для включения цветных стекол.
- 10 — Специальный резиновый наглазник.
- 11 — Целик с мушкой для грубой наводки.
- 12a } — Площадки для установки держателя бинокулярной зритель-
- 12b } ной трубы.
- 13 — Измерительный маховичек.
- 14 — Шкала расстояний.
- 15 — Выверочная шкала.
- 16 — Шкала корректора стрельбы.
- 17 — Индекс для отсчета расстояний.
- 18 — Индекс выверочной шкалы 15.
- 19 — Индекс корректора 16.
- 20 — Маховичек для передвижения шкалы расстояний 14 против ее индекса 17 (черт. 68).

- 21 — Маховичек с нанесенным на нем индексом 19.
- 22 — Маховичек для включения и выключения знаков выверителя.
- 23 — Маховичек выверки по высоте (под предохранительным колпачком).
- 24 — Штепсель.
- 25 — Переключатель.
- 26 — Реостат.
- 27 — Лампочка для освещения шкалы расстояний 14, выверочной шкалы 15 и шкалы корректора 16.
- 28 — Лампочка для освещения измерительной марки.
- 29a } Лампочки и окна для освещения знаков выверителя (выверочной линии).
- 29b }
- 30a } Головка с насечкой для перемещения выверочной линии
- 30b } вправо и влево.
- 31a } Запорное отверстие прибора для продувания дальномера
- 31b } сухим воздухом.

В. Тумба дальномера с подвижным сиденьем.



Черт. 69.

- 33a } Откидные наметки
- 33b } подшпинников.
- 34a } Выдвижной болт для
- 34b } закрепления наметок.
- 35 — Подъемный механизм.
- 36 — Маховик подъемного механизма.
- 37 — Маховик поворотного механизма.
- 38 — Стопор поворотного механизма.
- 39 — Подвижной горизонтальный лимб для отсчета углов поворота.

- 40 — Луна для отсчета на лимбе 39.
- 41 — Патрон лампочки для освещения лимба 39.
- 42 — Механизм для поворота лимба 39.
- 43 — Стопор поворота лимба 39.
- 44 — Поворотный вертлюг тумбы.
- 45 — Подвижной держатель сиденья.
- 46 — Сиденье (седло).
- 47a } Уравновешивающие пружины.
- 47b }
- 48 — Маховик для дачи напряжения пружинам соответственно весу дальномерщика.
- 49 — Штанга.
- 50 — Ящик для 2 аккумуляторов.
- 51 — Основание тумбы.

- 52 — Фундамент тумбы, который прикрепляется к палубе.
- 53 — Высотомер.
- 53a — Маятник высотомера (черт. 72).
- 53b — Деления высоты и горизонтальной дальности.
- 53c — Деления углов местности.

3) Внутреннее устройство дальномера.

В стерео-дальномерах обыкновенно передвижение измерительной марки в пространстве достигается несколько иным способом, чем было указано выше.

По конструктивным соображениям пластинки с измерительными метками делаются неподвижными; изменяют лишь направление луча от цели, пользуясь для этого специально-поставленной в правой части дальномера призмой, имеющей небольшой преломляющий угол. Призма эта, от вращения измерительного валика, может иметь прямолинейное перемещение вдоль базы дальномера; передвигая ее, можно луч, идущий от концевого отражателя, повернуть в плоскости измерительного треугольника по направлению к вершине или от вершины его; соответственно этому изображение в правом окуляре переместится вправо или влево, а так как в левом окуляре изображение будет стоять на месте, то передвижение изображения в правом окуляре будет соответствовать приближению или удалению предмета. В действительности наблюдатель получает впечатление, как будто измерительная метка передвигается в пространстве. Угол, на который необходимо изменить направление луча до его совпадения с измерительной маркой, будет равняться параллактическому углу, а каждому параллактическому углу соответствует своя дистанция. Перемещение призмы помощью зубчатого сцепления передается дистанционному барабану, на котором нанесена по винтовой линии шкала дистанций в кабельтовых (или в метрах). Отсчет производится по неподвижному индексу 17 в специальное окошко, через которое видна шкала (черт. 70).

На данном чертеже шкала дистанций 14 дана в метрах; на том же барабане нанесена выверочная шкала 15 с равномерными делениями (соответствующими углу в 10"). Отсчет выверочной шкалы производится по неподвижному индексу 18.

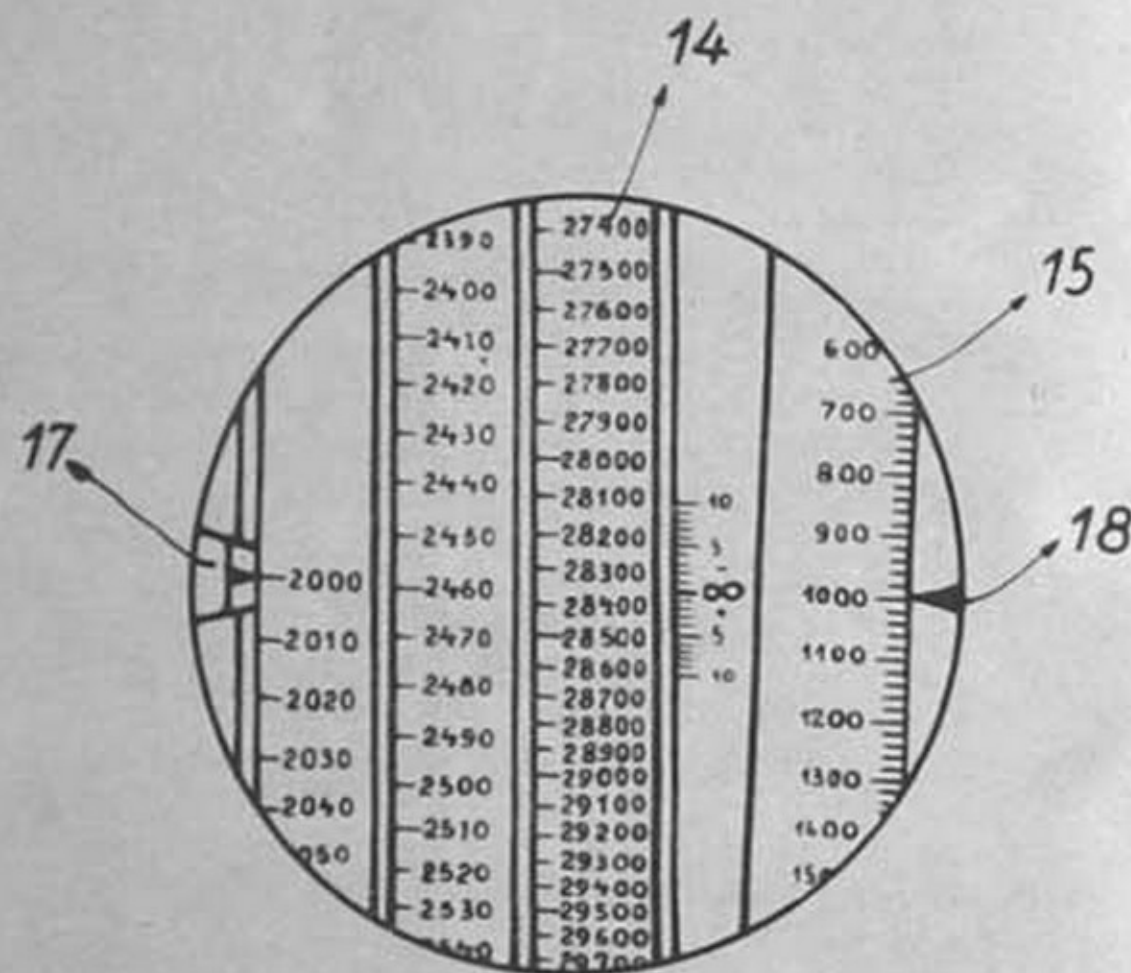
При выверке дальномера на согласование при вращении маховичка 20 (черт. 68), благодаря зубчатой передачи, дистанционный барабан, с обоими шкалами, может вращаться, в то время как призма будет стоять на месте.

Выверочное приспособление по высоте механическое, действие которого заключается в том, что один конец внутренней трубы от вращения маховичка 23 получает перемещение в вертикальной плоскости относительно другого. Подымая или опуская один конец внутренней трубы вместе с находящимся в нем объективом, мы будем перемещать лучи, идущие от одного отражателя, и, следовательно, будем подымать или опускать одно изображение относительно другого, вследствие чего ошибка по высоте может быть устранена способом изложенным ниже, в отделе выверки дальномера.

Оба объектива находятся по концам внутренней трубы и дают изображение предмета в своих фокальных плоскостях, т. е. в том месте, где помещены пластины с нанесенными на них измерительными марками.

Окулярные призмы изменяют направление лучей на 90° в плоскости измерительного треугольника и вверх на 60° .

Изображение предмета и обе измерительные марки наблюдаются через окуляры, но предварительно лучи проходят через систему линз, дающих полное обращение изображения; 2 линзы этой системы могут передвигаться и этим достигается перемена увеличения.



Черт. 70.

У дальномера имеется внутренняя абсолютная выверка (с разворачивающимися пента-призмами); устройство ее совершенно такое же, как было описано выше у монокулярного 5-ти-метрового дальномера Цейсса, но только оба знака выверителя (вертикальные черточки) могут немного передвигаться при вращении маховичков 30a и 30b, посаженных на стерженьки с шестеренкой на конце, сцепляющейся с зубчатой рейкой, прикрепленной к пластинке, на которой нанесен знак выверителя. Устроено это для того, чтобы вертикальная черта выверителя не приходилась посередине ромба, а можно было ее подвести к одному из краев ромба.

4) Правила употребления дальномера.

Для установки дальномера на подпирники 33a и 33b штатива, наметки откидываются назад, после вытягивания назад болтов 34a и

34b. Затем дальномер своими цапфами 4a и 4b укладывается на подпирники. Наметки закидываются и закрепляются выдвижением болтов. После этого штатива подъемного механизма 35 поднимается вверх и закрепляется к дальномеру зажимным барабашком.

Для точной вертикальной наводки дальномера служит маховик 36.

Грубая «горизонтальная» наводка дальномера достигается вращением верхней (подвижной) части штатива 44 относительно неподвижного основания 51.

Точная «горизонтальная» наводка дальномера достигается вращением маховичка 37. Передвижной круг с делениями 39, после ослабления зажима 43, можно привести в любое назначенное положение, путем соответственной установки его «нулевого» деления.

Для этого пользуются звездой 42 и, после достигнутой установки круга с делениями, туго затягивают зажим 43.

Отсчет горизонтального угла (азимута) производится посредством лупы 40. Для освещения шкалы лимба с делениями служит помещенная в патроне 41 лампа накаливания, которая, как и все прочие лампы дальномера, питается от аккумуляторов помещенных в ящике 50.

Перед тем как начать пользоваться дальномером необходимо строго выполнить следующее:

- 1) Установить окуляры на ясное зрение.
- 2) Установить окуляры на расстояние между глазами.

Установку окуляров на ясность зрения надо производить с большой тщательностью, ибо не резкое изображение цели служит причиной ошибочных намерений дистанций. Для установки направляют дальномер на какой-нибудь светлый фон, например, на небо и вращают оправу окуляров до тех пор, пока видимые в поле зрения измерительная метка и штрихи не будут видны резко и отчетливо, при этом каждый окуляр устанавливается отдельно. Наблюдатель, зная остроту своего зрения в диоптриях, устанавливает окуляр по глазу, пользуясь диоптрийной шкалой.

Нормальный глаз требует установки на «ноль» шкалы. Носящие очки должны наблюдать без них и устанавливать окуляры по числу диоптрий своих очков. Носящие астигматические очки должны наблюдать не снимая их.

Установка окуляров на расстояние между глазами должна производиться с большой точностью, так как неправильно установленное расстояние между глазами имеет последствием ошибку в измеряемом до цели расстоянии.

Каждый «дальномерщик» должен знать свое расстояние между глазами и точно его установить на миллиметровой шкале 8. Если глазное расстояние не известно, то наводят дальномер на какой-нибудь светлый фон, напр. небо, и переменяют расстояние между окулярами, помощью рычажка 7 до тех пор, пока круги полей зрения обоих окуляров вполне между собой совместятся, т. е. будет виден лишь один круг.

Неправильно подобранная установка лишает наблюдателя возможности видеть стереоскопически измерительную метку, вспомогательные штрихи и изображение цели.

Рекомендуется заметить себе раз навсегда диоптрийные деления каждого окуляра и установку расстояния между ними для того, чтобы не прибегать каждый раз к повторным пригонкам.

При измерении расстояний наводчик (второй номер), смотря в искатель, наводит дальномер на цель и приводит ее в круг, очерченный в поле зрения искателя.

Точная вертикальная наводка производится дальномерщиком, который, действуя для этого на маховик вертикального наведения, подводит измерительную метку так, чтобы она ни в коем случае не закрывала изображения цели; при измерении расстояний по наземным целям — ромбик измерительной марки надо держать над целью; а по воздушным целям можно измерительную метку подводить над целью или под ней.

Измерение дистанций заключается в том, что вращая измерительный маховичек, приводят в совпадении по дальности цель с измерительной меткой, пока они не будут казаться находящимися на одном и том же удалении.

Для измерения дистанций следует пользоваться лишь ромбиком; вспомогательные штрихи, расположенные крестообразно по обе стороны ромбика, служат лишь для усиления стереоскопического эффекта, а не для измерения.

Наблюдатель, который не видит измерительной метки и вспомогательных штрихов стереоскопически, т. е. не ощущает глубины пространства, измерять расстояний не может. Но и лицо, обладающее хорошим стереоскопическим зрением, сразу точно измерить расстояние этим дальномером вряд ли сможет; здесь необходимо тщательно всмотреться в измерительную метку и достаточно потренироваться, чтобы верно ставить измерительную метку в той же дальности, в какой кажется находится цель.

При хорошем дальномерщике точность, с которой может быть измерено расстояние, будет такая же, как и у монокулярных дальномеров той же базы, так как формула теоретической точности одна и та же. Ошибка в правильности показаний дальмера в судовых условиях тоже считается равной (приблизительно) трем теоретическим ошибкам, однако, при измерении расстояний по воздушным целям, эти дальмеры гораздо удобнее и будут давать расстояние быстрее, так как вращая измерительный маховичек держать ромбик около аэроцели гораздо легче, чем сводить две половинки ее в одну.

Для производства измерений и выверок в темноте имеется электрическое освещение от аккумулятора, через штепсель 24.

При положении переключателя 25 на

- «0» — цепь прервана,
- 1 — горит лампа 27,
- 2 — " " 27 и 28,
- 3 — " " 27, 29а и 29б.

Яркость освещения может быть регулируется реостатом. Особенно важно хорошо подогнать освещенность измерительной марки, чтобы она соответствовала освещенности цели.

Для поправки показаний дальмера по результатам стрельбы, т. е. для корректирования дальмера стрельбой, служит маховичек 21.

5) Выверка дальмера.

Механическая и оптическая конструкции дальмера построены таким образом, что обычные сотрясения, удары и изменения температуры почти не влияют на точность его измерений. Другими словами, дальмер является вполне надежным судовым прибором. Однако, продолжительная тряска, перевозка, сильные толчки и в особенности резкие колебания температуры вызывают расстройство дальмера, следствием которого является неправильное измерение дистанций; следовательно, от времени до времени дальмер необходимо выверять. Перед началом измерений, каждый наблюдатель должен выверить дальмер для себя, не полагаясь на выверку предшествующего наблюдателя, ибо ввиду субъективных особенностей глаза выверка различных наблюдателей будет различна.

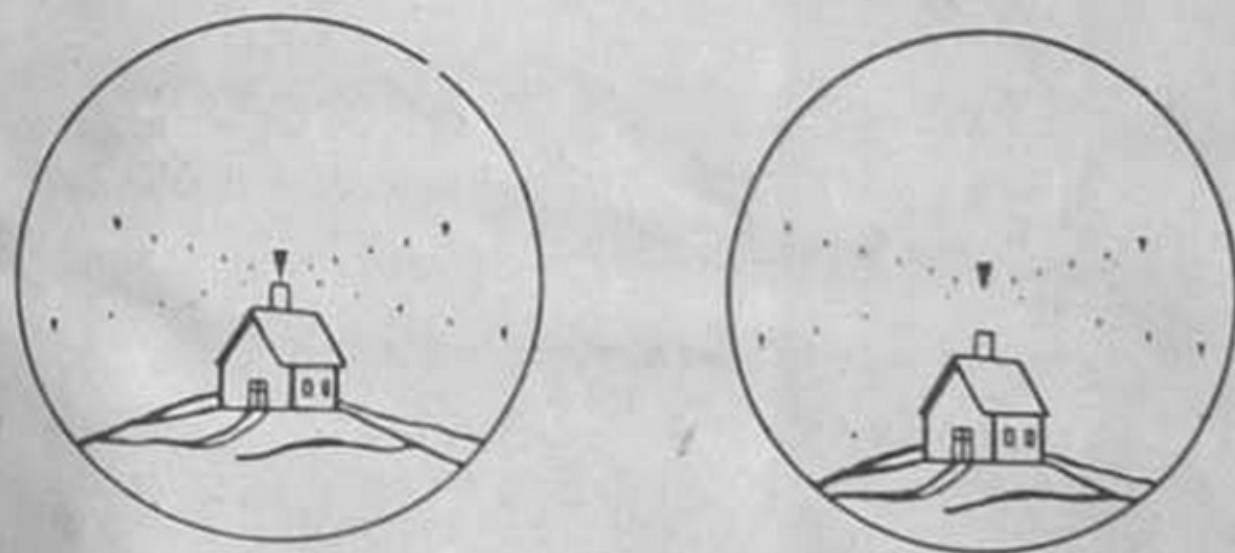
Сtereo-дальмеры подвержены расстройству:

I. «по высоте».

II. «по расстоянию» (ошибка на согласование).

I. Выверка по высоте.

Ошибка «по высоте» в дальмере существует тогда, когда соответственные точки обоих изображений цели занимают различное по высоте



Черт. 71.

положение в поле зрения или по отношению измерительной метки (черт. 71).

Хотя ошибка «по высоте» и не влияет непосредственно на ошибку в определении расстояния, но во всяком случае она затрудняет стереоскопическое зрение настолько, что полученные при этом результаты измерений могут быть очень не точны. При большой ошибке в высоте наблюдатель теряет возможность стереоскопически видеть, так как изображение цели и измерительная метка — делятся, следствием чего измерение расстояний делается невозможным.

Для обнаружения ошибки по высоте наводит дальмер на предмет с горизонтальными контурами. Если смотреть теперь по очереди в правый и левый окуляр, то можно установить — занимает ли измерительная метка дальмера в обоих случаях одинаковое положение по

Дальмеры.

высоте относительно горизонтальной линии. В случае, если этого нет, то необходимо уничтожение ошибки по высоте. Уничтожается она вращением маховичка 23 (предохранительный колпачек необходимо откинуть назад) до тех пор, пока измерительные метки в обоих окулярах не будут занимать по высоте одинаковые, относительно горизонтальной линии, положения. После этого надо закрыть маховичек предохранительным колпачком (чертеж IX, лист 4).

II. Выверка по дальности (согласование).

Выверить дальномер можно:

- а) по предмету на известном расстоянии,
- б) по небесным светилам,
- в) при помощи внутреннего выверителя.

а) Выверка дальномера по предмету на известном расстоянии.

Наведя дальномер на предмет, расстояние до которого точно известно, приводит в совпадение по дальности, вращением измерительного маховичка, изображение предмета с измерительной меткой; если показания дальномера не соответствуют истинному расстоянию, то, вращая маховичек 20, передвигают шкалу, чтобы под индекс 17 подошел отсчет истинного расстояния.

Рекомендуется производить совмещение по дальности измерительной метки с изображением предмета не один, а несколько раз, замечая каждый раз отсчет, и, только взявши средний отсчет и поставив (измерительным маховичком 13) его под индекс, передвинуть шкалу, вращением маховичка (перевода шкалы) 20.

Дальномер, выверенный по одному расстоянию, измеряет все остальные правильно; но при выверке лучше брать предметы, находящиеся на большем удалении.

б) Выверка по небесным светилам.

Правила для выверки в этом случае остаются те же самые, но этот способ имеет преимущество, так как расстояние до небесных светил бесконечно велико, и под индексом должно быть определенное деление шкалы ∞ , в то время как в предыдущем способе «истинное расстояние» до предмета может быть и не совсем точно известно.

Из небесных светил лучше всего выверять по звезде, так как в виду своего малого размера звезда занимает очень небольшую часть поля зрения дальномера и потому стереоскопичность измерительной марки видна очень рельефно; кроме того, яркость звезды очень подходит к яркости освещенной измерительной марки (сила света лампочки накаливании, освещающей измерительную марку, регулируется реостатом, чтобы яркость ее не была больше яркости звезды).

в) Выверка при помощи внутреннего выверителя.

Выверка дальномера может быть выполнена как при дневном освещении, так и с помощью устроенного в дальномере электрического освещения.

При дневном свете держатели ламп 29а и 29б должны быть повернуты около вертикальной оси настолько, чтобы окна 29а и 29б были открыты. При освещении электричеством окна должны быть задвинуты держателями ламп. В случае темноты включаются лампы 27, 29а, 29б помощью выключателя 25.

Маховик 22 вращается в сторону, обратную движению часовой стрелки, пока число 1 на маховике не встанет против черты на кожухе маховика. Тогда появится в поле зрения измерительная метка и вертикальная черта. Эта черта должна находиться рядом с измерительной меткой по направлению и по дальности. В случае если этого не наблюдается, то вращением головки 30а ставят черту рядом с ромбом измерительной метки. После этого вращают измерительный маховик 13 до тех пор, пока вертикальная черта (знак выверителя) не будет казаться на одном и том же удалении, что и измерительная метка. Теперь отсчитывают против индекса 18 деление по выверочной шкале 15. Эту установку повторяют по крайней мере 5 раз, записывая сделанные отсчеты. Дальнейшие 5 установок и отметку результатов производят таким же образом, для чего вращают маховичек 22, пока число 2 на нем не встанет против черты на кожухе (основании) маховика. Боковое перемещение знака выверителя достигается здесь вращением головки 30б, а по дальности—вращением измерительного маховичка 13. Из 10 отсчетов берут среднее и вращением измерительного маховичка 13, устанавливают его на выверочной шкале 15 против индекса 18.

Вращением валика 20 ставят знак ∞ (бесконечности) шкалы расстояний 14 против индекса 17. Наконец, устанавливают индекс 19, вращением колеса с насечкой 21, на «ноль» по шкале корректора 16. Этим заканчивается выверка дальномера. Чтобы перейти теперь к измерению расстояний дальномером нужно маховичек 22 повернуть в сторону движения часовой стрелки до отказа (число «0» встанет против черты) и выключить лампы 27, 29а и 29б.

6) Высотомер.

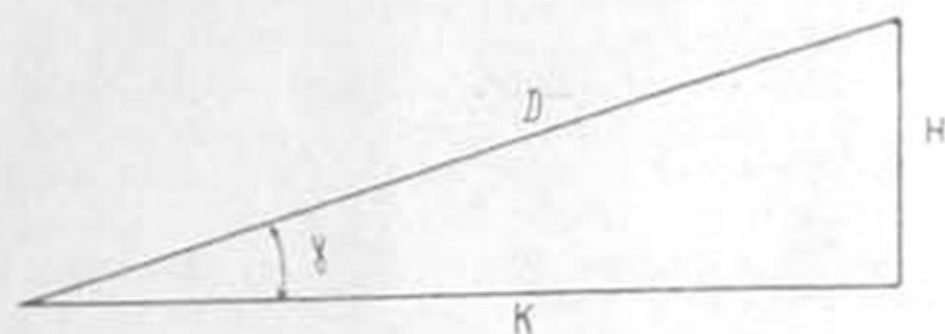
К дальномеру приспособлен высотомер. Назначение его состоит в том, чтобы по известным величинам углов местности и взятого дальномером расстояния до аэро-цели получить высоту цели над горизонтом и ее горизонтальную дальность.

Высотомер—маятникового типа (черт. 72). При наведении дальномера на цель, т. е. при вращении дальномера вокруг горизонтальной оси диск высотомера с делениями будет подниматься, так как он находится в плоскости перпендикулярной базе и связан с дальномером тягой. Маятник же, оставаясь все время отвесным, будет отсчитывать по дуге 53с в градусной мере величины углов местности цели, на которую наведен дальномер. Таким образом,



Черт. 72.

высотомер автоматически решает вертикальный прямоугольный треугольник (черт. 73) на местности по гипотенузе D (измеренное дальнометром расстояние до цели) и по углу γ , который получается на диске 53с высотомера.



Черт. 73.

По этим двум данным треугольник в любой момент может быть решен и полученные величины высоты H и горизонтальной дальности K нанесены на диск высотомера, при чем высоты H начерчены прямыми линиями черного цвета, а горизонтальные дальности K — красного. Цифры показывают гектометры. Для отсчета величин H и K на самом маятнике нанесены величины наклонной дальности D (в кабельтовых) цифрами черного и красного цвета, каждая со своей стороны, и таким образом, в точке соединения черной цифры (на маятнике), взятого дальнометром расстояния, с черной линией диска получим высоту цели H , а в точке соединения красной цифры с красной линией — горизонтальную дальность K . Движение маятника происходит в жидкости, чтобы уменьшить инерционное колебание его.

III ОТДЕЛ

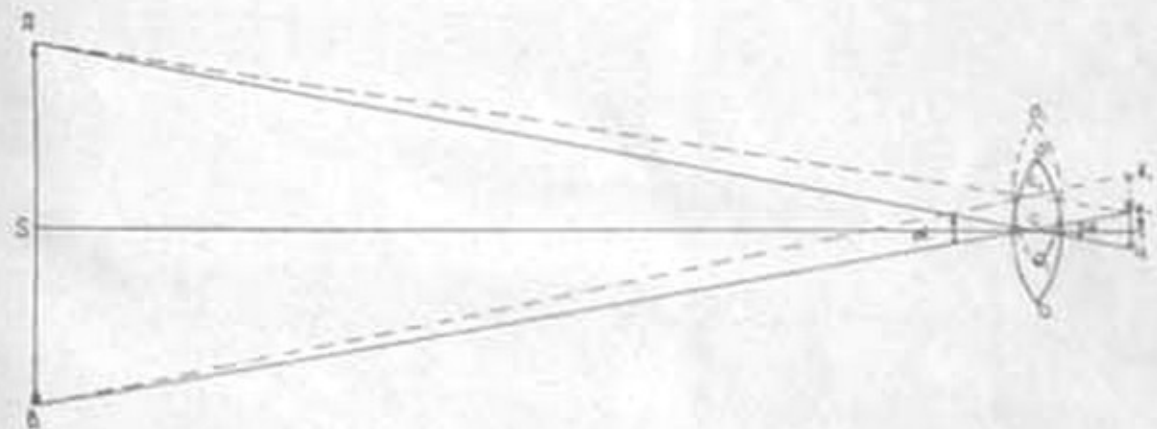
Микрометры.

§ 16. Идея устройства дальнометров типа „микрометры“.

Микрометры представляют собой небольшие ручные дальнометры, при помощи которых решается вертикальный прямоугольный треугольник на местности, т. е. по катету (высота цели) и по противолежащему ему углу, который измеряется микрометром, получается другой катет — искомое расстояние до цели.

Основаны эти дальнометры на свойстве части собирающей линзы давать целое самостоятельное изображение, при чем той же величины и на том же месте, как и от всей линзы.

Для пояснения теории устройства микрометров обратимся к чертежу 74, где OO представляет собой объектив прибора, разрезанный



Черт. 74.

пополам по вертикали; каждая половина объектива заключена в своей оправе; в положении OO обе половины поставлены так, что они составляют один целый объектив, почему в фокальной плоскости получается одно изображение.

Рассматривая чертеж, видно, что предмет AB дает изображение ab , а лучи Aa и Bb составляют два подобных треугольника ABC и abC , поэтому можно написать следующее отношение:

$$\frac{SC \text{ (искомая дистанция)}}{AB \text{ (высота предмета)}} = \frac{sC \text{ (фокусное расст. объектива)}}{ab \text{ (величина изображения)}}$$

Для решения этого равенства необходимо знать три данных: AB — высоту предмета, sC — фокусное расстояние объектива и ab — величину изображения и тогда искомая величина дистанции будет получена.

Величину высот предмета можно считать известной, так как ее можно получить из различных справочников, с карт, фотографий и т. п.

Величина фокусного расстояния объектива у данного прибора, конечно, точно известна. Третья же величина ab не известна и для определения ее и предназначены все эти приборы.

Для пояснения каким образом микрометры дают величину ab , обратимся к чертежу 74.

Оставив один полуобъектив на месте в положении OO , начнем поднимать второй полуобъектив, тогда изображение предмета, даваемое им, начнет тоже подниматься; поднимать этот полуобъектив будем до тех пор, пока точка a_1 даваемого им изображения не будет касаться точки b изображения предмета, даваемого полуобъективом, оставшимся на месте. Пока оба полуобъектива были вместе, изображения, даваемые каждым из них, перекрывали друг друга, и, следовательно, точка b совпадала с точкой b_1 и тогда, смотря в прибор, было видно одно изображение.

Разводя полуобъективы на величину sc , этим самым заставили точку a_1 скользить по изображению ab до точки b ; значит, смещая полуобъективы на величину sc , мы измерили величину изображения ab ; кроме того из оптики известно, что при перемещении объектива на некоторую величину, изображение точки в фокальной плоскости передвинется на ту-же величину. Следовательно, величина изображения ab равняется величине sc раздвижения полуобъективов. Если теперь на механизме, раздвигающем полуобъективы, поставить шкалу, то против индекса всегда можно будет прочесть величину, на которую раздвинули полуобъективы, что, конечно, будет зависеть от величины изображения ab .

Таким образом, из необходимых трех данных для решения рассмотренного равенства

$$SC : AB = sc : ab$$

прибор дает два — sc и ab , а третьим данным AB (высотой H) мы должны задаться; вот причина, почему весь класс этих приборов не есть самостоятельный тип дальномеров, а их показания всецело зависят от точности, с которой известна высота предмета AB .

Из выведенного равенства получаем, что искомое расстояние

$$SC = AB \cdot \frac{sc}{ab}$$

или

$$D = H \cdot \frac{sc}{ab},$$

но если sc и ab известны, то, значит, будет известен и угол α , под которым из точки C видно изображение ab .

Из треугольника asc имеем

$$\frac{ab}{2} = sc \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

но так как угол α порядка не более 3° , то без большой погрешности можно $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ заменить через $\frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha$, тогда

$$\frac{ab}{2} = sc \cdot \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha; \quad ab = sc \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad \frac{sc}{ab} = \operatorname{ctg} \alpha;$$

подставив это значение в предыдущую формулу, получим

$$D = H \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

Следовательно, искомая дистанция D будет равна высоте предмета H помноженной на котангенс угла зрения α . Чтобы получить величину этого угла, надо раздвинуть полуобъективы так, чтобы одно изображение стало над другим, как видно на чертеже 75.

Выше было сказано, что при измерении величины изображения можно было прочесть на шкале насколько пришлось раздвинуть полуобъективы; в действительности на шкале микрометра нанесены не величины раздвижения полуобъективов, а величины углов зрения α в градусных единицах.

Таким образом, при измерении расстояний, раздвинув полуобъективы так, чтобы у обоих изображений известная часть высоты предмета стала одна над другой, можно прочесть на шкале микрометра величину угла, а по углу и известной высоте из таблиц (где для разных данных вычислена формула $D = H \cdot \operatorname{ctg} \alpha$) получить искомую дистанцию.



Черт. 75.

§ 17. Теоретическая точность микрометров.

У микрометров для получения точной дистанции по формуле $D = H \cdot \operatorname{ctg} \alpha$ нужно иметь верные данные величины H и α . В случае ошибки в высоте H или неправильном измерении угла α полученная дистанция D будет не верна.

Рассмотрим сперва в отдельности как сказывается ошибка одного любого множителя на общий результат, затем уже выведем формулу, которая охарактеризует собой одновременное влияние ошибок в обоих множителях на общий результат.

Ошибка в базе.

Если прибором мы измерили угол α совершенно точно, но в высоте H ошиблись на величину ΔH , то при вычислении другого катета по формуле (черт. 76)

$$X = (H - \Delta H) \cdot \operatorname{ctg} \alpha,$$

получим величину AE , меньшую AC на ΔD , т. е. как будто решили треугольник AEE . Значит, ошибаясь в высоте в меньшую сторону на величину ΔH , при вычислении, вместо истинной дистанции D получим меньшую дистанцию на величину ΔD .

Определим зависимость между ошибками в высоте ΔH и ошибкой в расстоянии ΔD .

Из треугольника ABC имеем, что

$$H = D \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Из треугольника AEF имеем, что

$$H - \Delta H = (D - \Delta D) \operatorname{tg} \alpha$$

Ввиду малости угла α (не превосходит 3°) можно заменить $\operatorname{tg} \alpha$ через α , тогда

$$H = D \cdot \alpha; \quad H - \Delta H = (D - \Delta D) \cdot \alpha$$



Черт. 76.

Вычтем из второго уравнения первое

$$H - \Delta H - H = D \cdot \alpha - \Delta D \cdot \alpha - D \cdot \alpha$$

или

$$-\Delta H = -\Delta D \cdot \alpha; \quad \Delta D = \frac{\Delta H}{\alpha}$$

Подставив вместо α ее значение $\frac{H}{D}$, получим

$$\Delta D = \frac{\Delta H \cdot D}{H},$$

т. е. абсолютная ошибка в высоте ΔH вызовет ошибку в расстоянии ΔD , пропорциональную всему расстоянию D и обратно пропорциональную высоте H или

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{\Delta H}{H}.$$

процентная ошибка в высоте вызывает такую же процентную ошибку в дистанции.

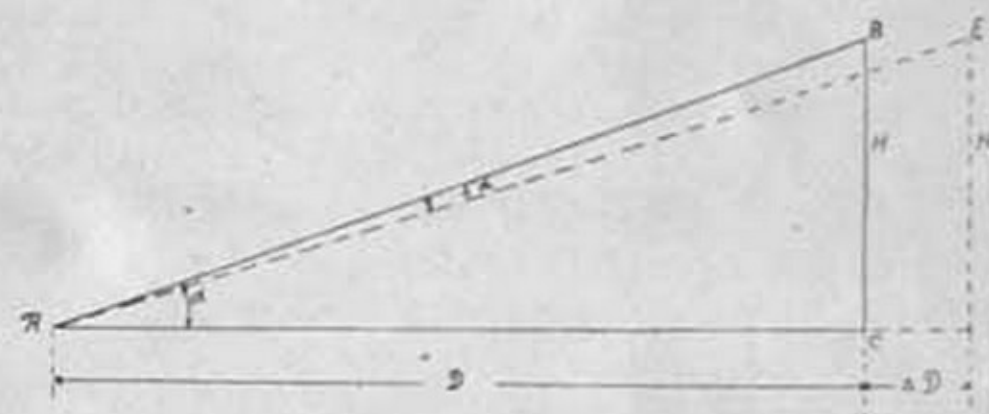
Пример. Предположим, что мы имеем высоту предмета равную 160 фут. и измерили угловой размер этого предмета, который равен 2200 секунд. По этим данным находим по таблицам дистанцию предмета 25 кабельтовых. Теперь предположим, что при верно измеренном угле 2200 секунд ошибочно взяли высоту на 25% меньше. По этим данным найдем в таблице дистанцию $18\frac{3}{4}$ каб., т. е. тоже на 25% меньше.

Ошибка в угле.

Предположим, что высота предмета $BC = H$ известна точно, но при измерении угла α ошиблись в меньшую сторону, т. е. измерили угол $EAF = (\alpha - \Delta\alpha)$. Если теперь решить треугольник при той же высоте H , то получим дистанцию $AF = D + \Delta D$ (черт. 77). *

Рассмотрим какую ошибку в дистанции ΔD вызовет ошибка в угле $\Delta\alpha$.

Из треугольника ABC имеем, что $H = D \cdot \operatorname{tg} \alpha$, а из треугольника AEF , что $EF = H = (D + \Delta D) \operatorname{tg} (\alpha - \Delta\alpha)$.



Черт. 77.

Ввиду малости угла α , заменив тангенс самим углом, получим:

$$H = D \cdot \alpha; \quad H = (D + \Delta D) (\alpha - \Delta\alpha)$$

или

$$\alpha = \frac{H}{D}; \quad \alpha - \Delta\alpha = \frac{H}{D + \Delta D}$$

Вычтем из второго уравнения первое

$$\alpha - \Delta\alpha - \alpha = \frac{H}{D + \Delta D} - \frac{H}{D} = \frac{D \cdot H - D \cdot H - \Delta D \cdot H}{D(D + \Delta D)},$$

откуда

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta D \cdot H}{D(D + \Delta D)},$$

а так как D и $(D + \Delta D)$ мало отличаются друг от друга, то для лучшего пояснения формулы и удобства рассуждений заменим их произведение через D^2 , тогда

$$\Delta\alpha = \frac{H \cdot \Delta D}{D^2},$$

или

$$\Delta D = \frac{\Delta\alpha \cdot D^2}{H}.$$

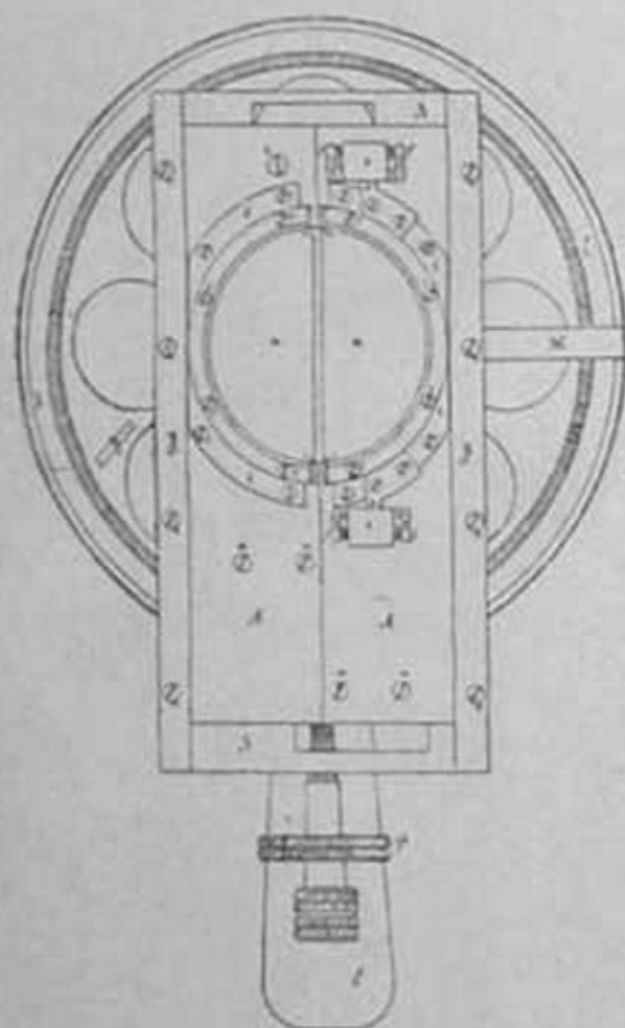
т. е. ошибка в угле вызовет ошибку в расстоянии пропорциональную квадрату расстояния и обратно пропорциональную высоте.

Если у прибора есть увеличение W , то ошибка в дистанции будет в W раз меньше.

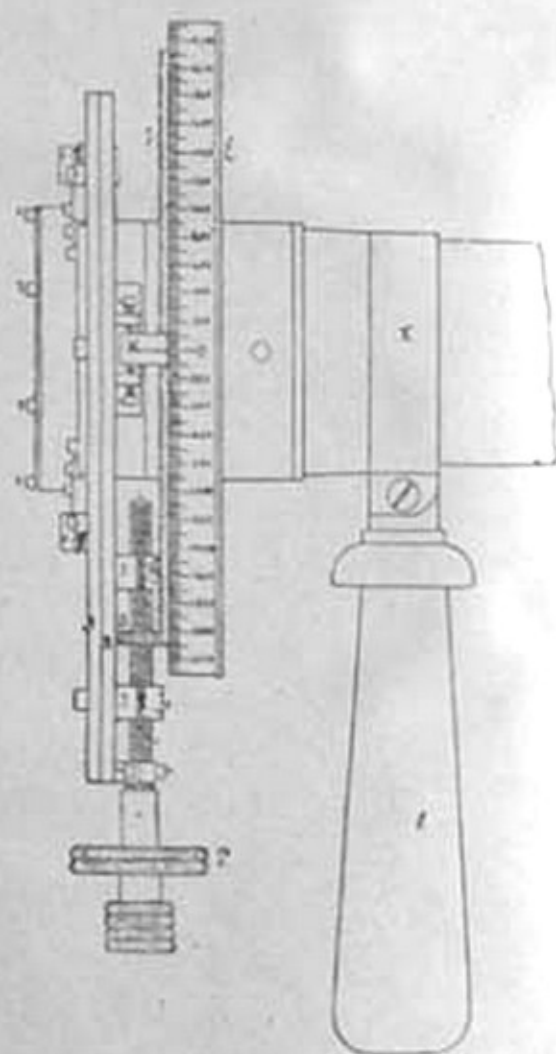
§ 18. Микрометр Льюжол.

Микрометр Льюжол (черт. 79 и 80) состоит из астрономической трубы с разрезанным объективом, механизмадвигающего полуобъективы и круга с делениями.

Каждый из полуобъективов *a* (черт. 79), вставлен в отдельную оправу *b*, которая винтами *c* привинчена к одной из двух досок *A*, скользящих по доске *B*. Доски *A* имеют полукруглые вырезы, соответствующие полуобъективам. Левый полуобъектив, смотря спереди, прикреплен к соответствующей доске неизменно; правый же, вследствие того, что дыры его оправы для винтов сделаны несколько большего диаметра, чем самые винты, может быть перемещаем по доске *A* перпендикулярно к линии разреза полуобъективов.



Черт. 79.



Черт. 80.

Для производства этих перемещений оправа правого полуобъектива имеет два ушка *dd*, которые подходят под скобы *e*, прикреплены к правой доске *A*. Эти скобы снабжены (каждая) маленькими винтиками *f*, расположенными один против другого; действуя этими винтами на ушки, можно перемещать правый полуобъектив.

К доске *B* винтами *h* привинчены две планки *g*; внутренние бока этих планок так же, как и внешние бока досок *A*, силены углом; таким образом, планки *g* не дают доскам *A* отставать от доски *B*. Для той же цели служат две пластинки, привинченные к доскам *A* винтами *i*. Они находятся с другой стороны доски *A* и на рисунке

не показаны. Доска *B* имеет круглое отверстие, соответствующее полуобъективам, когда центры их совпадают, и составляет одно целое с пустотелой цилиндрической муфтой, внутренняя поверхность которой имеет резьбу для ввинчивания трубы.

Движение полуобъективам дается винтом *j* (черт. 80), называемом микрометрическим. Винт этот вращается в гладком подшипнике *m*, привинченном к доске *B*. Одна половина винта имеет нарезку в одну сторону, а другая в другую. Каждая из половин микрометрического винта действует на одну из гаек *J*, привинченных к задним поверхностям досок *A* винтами *e*. Таким образом, вращение микрометрического винта производит перемещение полуобъективов одновременно в разные стороны. Как каждая из гаек *J*, так и гладкий подшипник *m* состоит из двух половин, стигиваемых между собою винтами *n*.

Шестеренка *D*, имеющаяся на середине микрометрического винта, передает свое вращение кругу *Б* с делениями, сцепляясь с зубцами *f*, имеющимися на этом круге. Перемещение круга делений измеряется с помощью индекса *H* (черт. 80), привинченного к муфте трубы. Винтами *s* его можно немного поворачивать около винта, которым он привинчен к муфте; такое поворачивание служит для уничтожения погрешности индекса. Деления на круге *Б* идут в обе стороны от нуля и показывают в секундах величины углов, соответствующих раздвижению полуобъективов; каждое деление соответствует 20", но можно на глаз делить его на две и даже на четыре части, что позволяет отсчитывать углы до 5". Надписи делений идут через 200". Предел, до которого доходят деления, неодинаков у различных инструментов и изменяется от 7750 до 8400.

Для ограничений пределов раздвижений полуобъективов на круге *Б* имеется упор *q*, который при предельном раздвижении полуобъективов доходит до индекса. Вследствие этого круг *Б* может делать только около полуоборота в каждую сторону от нуля.

Корпус трубы, как сказано, ввинчивается в муфту. На нем находится натяжное кольцо и с рукояткой *j*.

Окулярная трубочка вдвигается и выдвигается в трубу посредством зубчатой полосы и шестерни. Увеличение трубы бывает 15 и 20.

Инструкция для пользования микрометром Льюжол.

I. Приготовление прибора к наблюдению.

1) Взять прибор за рукоятку в правую руку и, ослабив винт натяжного кольца, передвигать рукоятку вдоль трубы до тех пор, пока центр тяжести прибора не пройдет через рукоятку, после чего зажать зажимный винт.

2) Кисточкой смести пыль с защитного стекла полуобъективов и окуляра, а затем протереть их полотняной ветошью.

3) Рассмотреть в трубу резко видимый предмет и, вращением головки окулярного винта, установить окуляр на остроту зрения наблюдателя.

II. Уничтожение погрешности индекса.

4) Рассматривая хорошо видимый предмет, у которого имеются резко-очерченные линии, вращать головку измерительного винта до тех пор, пока горизонтальные линии предмета, смещенные в вертикальной плоскости и принадлежащие одному и тому же контуру, не станут сплошными прямыми горизонтальными линиями, т. е. пока оба изображения предмета не будут совмещены в одно.

5) Произвести отсчет на лимбе, который должен быть равен нулю. Если отсчет не будет равен нулю, то поступить следующим образом:

а) Если погрешность меньше 30-ти секунд, то следует, вывернув три винта, снять переднюю часть кожуха прибора и винтиками s , которые центруют заднее плечо рычага, на котором нанесен индекс, привести последний на отсчет, соответствующий точному нулю.

б) Если погрешность больше 30-ти секунд, то нужно, сняв переднюю часть кожуха, установить регулирующие винтики s на середину их хода. Затем, удерживая одной рукой доску, на которой собраны полуобъективы, другой рукой вывернуть из нее на один оборот оптическую трубу. Не трогая с места измерительный винт и прижав диск с делениями к задней части защитного кожуха, вращать его до тех пор, пока ноль не придет против индекса. Ввернуть на место оптическую трубу в доску с полуобъективами. Если теперь индекс оказался немного смещенным относительно нулевого положения барабана, эту погрешность уничтожить помощью регулирующих винтиков индекса.

Проверить, остался ли соблюденным пункт 4-й. Поставить на место переднюю часть защитного кожуха.

III. Регулировка микрометра.

6) При отсчете на лимбе ноль, в трубу должны видеть всецело лишь одно изображение. Если же увидим вместо одного два изображения, расходящиеся по горизонтали, то нужно у правого полуобъектива приоткрыть 4 винтика его оправы и внутренние, верхний и нижний, регулирующие винтики. Подвернуть наружные, верхний и нижний, регулирующие винтики настолько, чтобы в поле зрения получить одно изображение. Зажать сперва все регулирующие винтики так, чтобы они все упирались в пятки регулирующих рычажков, затем уже зажать 4 крепительных винтика оправы.

Если же одно изображение будет наклонно относительно другого, то при исправлении погрешности придется: отжать 4 крепительных винтика оправы, а также верхний внутренний и нижний наружный регулировочные винтики (или наоборот) и поджать до исправления положения изображений верхний наружный и нижний внутренний винтики. По совмещении изображений зажать сперва все регулировочные, а затем все 4 крепительные винтика.

7) Удостовериться, что каждому положению полуобъективов соответствует свой, свободный от погрешностей, определенный отсчет.

Для этого нужно убедиться, что все мертвые хода приборов при передаче движения полуобъективам от измерительного винта к подшипникам ползунов одинаковы, поэтому:

а) Наведя трубу на хорошо видимый с резкими горизонтальными контурами предмет, вращать измерительный винт по часовой стрелке до совмещения обоих изображений (для уничтожения погрешности индекса прибора). Развести затем полуобъективы, сводить снова изображения при обязательном условии вращать измерительный винт против движения часовой стрелки. Отсчет, при равных мертвых ходах, также должен получиться равным нулю. Предположим, что при втором наблюдении ноль лимба прошел за индекс. Это нам укажет на то, что мертвый ход между шестеренкой измерительного винта и зубчатым кругом на диске меньше мертвого хода между нарезками измерительного винта и подшипниками ползунов. Для уравнивания мертвых ходов нужно поджать винтики верхних частей подшипников обоих ползунов.

Если же при втором наблюдении ноль лимба не дойдет до индекса, то это может быть объяснено лишь тем, что мертвый ход между шестерней измерительного винта и зубчатым болцом лимба больше мертвого хода между резьбой винта и подшипниками ползунов. Для уравнивания мертвых ходов нужно искусственно увеличить мертвый ход ползунов, для чего приоткрыть винтики верхних крышек подшипников.

IV. Определение дистанции до вертикальных предметов.

8) Расположив прибор таким образом, чтобы измерительный винт был бы в плоскости измеряемого треугольника, навести трубу на измеряемый предмет.

9) Вращая измерительный винт, разводить полуобъективы в любую сторону до тех пор, пока не совместятся две точки предмета, угол между которыми измеряется.

10) Прочитать против индекса на лимбе отсчет, выраженный в дуговых секундах.

11) Входя в таблицы с аргументами, известной высотой предмета и измеренным угловым размером предмета, находим искомую дистанцию.

V. Определение «К. Уг.» кораблей.

12) Для определения «К. Уг.» кораблей, необходимо знать дистанцию по горизонтально базному-дальномеру.

13) Отжав зажимной винт зажимного кольца рукоятки, повернуть последнюю вокруг цилиндрического кожуха трубы на 90° так, чтобы прорезь между полуобъективами была бы во время наблюдения горизонтальна, т. е. параллельна линии горизонта.

14) Вращать измерительный винт в любую сторону, стараясь совместить видимый форштевень корабля с его ахтерштевнем или вернее правую вертикальную черту его корпуса у $W. L.$ с левой.

15) Против индекса прочесть на лимбе отсчет, выраженный в дуговых секундах.

16) Полученный отсчет разделить на 206.

Примечание. Число 206 получено следующим образом: известно, что если в дуге $3''$, то длина ее будет равняться

$$l = \frac{\pi \cdot 3''}{180 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{3''}{206000},$$

т. е., если показания прибора разделить на 206, то они будут выражены в тысячных долях дистанции.

17) По трем аргументам: а) длина противника в футах, б) дистанция, данная горизонтально базным дальномером, и в) полученному из пункта 16-го частному, представляющему собою число тысячных долей дистанции — по этим трем данным по таблице № 4 стрельбы на море, издания Артиллерийского Класа или специально вычисленной таблице, находится «К. Уг.» корабля.

Пример. Расстояние по горизонтально базному дальномеру до корабля типа «Веттин» равно 70 кабельтовых. Из брошюры «Силуэты военных судов Германии» находим, что его длина равна 400 фут. Выполнив пункт 14-й инструкции, нашли на лимбе отсчет равный 1670. Разделив этот отсчет на 206, получим в результате цифру 8. Входя по этим трем аргументам в таблицу, находим, что «К. Уг.» «Веттина» будет или 60° или 120° , в чем уже не трудно будет разобраться.

VI. Определение размеров наблюдаемого предмета.

18) Измерить расстояние горизонтально-базным дальномером или снять его с карты.

19) Вращая измерительный винт в любую сторону, развести полу-объективы, пока не совместятся две точки предмета, расстояние между которыми желательно узнать.

20) Прочесть на лимбе отсчет, выраженный в дуговых секундах.

21) Полученный отсчет разделить на 206, при чем результат нам представится в тысячных долях дистанции, находящихся в угловой величине предмета, размер которого мы ищем.

22) Зная, что 0,001 дистанции равна стольким саженьям, сколько десятков кабельтовых заключается в расстоянии до предмета, нужно умножить полученный в пункте 21 результат на число саженьей, которое на данной дистанции заключается в 0,001 дистанции. Получившееся произведение и представит собою искомый линейный размер предмета, выраженный в саженьях.

Пример. Предположим, что горизонтальный дальномер определяет дистанцию до находящейся на острове башни в 90 кабельтовых. Данная дистанция указывает нам, что в 0,001 делении дистанции на этом расстоянии заключается 9 саженьей. Выполнив пункт 19, мы на лимбе прочтем отсчет равный 1045. Разделив этот отсчет на 206, получим в результате цифру 5. Произведение из $5 \times 9 = 45$ сажень даст нам высоту башни над уровнем моря.

VII. Использование прибора о постах плутонговых командиров.

23) Выбрав для наблюдения две удобных точки, дальномерщик должен держать их в совмещении.

24) Плутонговый командир, следя за центральной стрельбой во время захвата цели в вилку, командует накрытие.

25) Прочтя на лимбе отсчет, выраженный в дуговых секундах и заметив в момент накрытия отсчет, стоящий на прицеле, из таблиц получим искомое расстояние между совмещавшимися дальномерщиком точками (высоту предмета).

26) Во всех последующих случаях, зная высоту предмета по пункту 25-му и измеряя ее угловой размер, пользоваться прибором на общих, ранее изложенных, правилах.

27) Пушечная дистанция, полученная по пункту 20-му выгодна тем, что в случае перехода на плутонговый огонь, непосредственно вслед за перерывом центрального управления, плутонговый командир, передавая к орудиям высоту прицела, пользуется непосредственно данными, полученными из таблиц, не поправляя их никакими поправками. Если за время перерыва в стрельбе изменилось маневрирование свое или противника, то табличные данные исправляют лишь: 1) поправкой на В. И. Р. за время полета снаряда и 2) поправкой на ветер. Во всех же остальных случаях, во все показания, получаемые из таблиц, поправка для оказывается уже введенной.

28) Если у плутонгового командира имеются дальномерные указатели, то беря с них данные и поступая по пункту 23-му, — из таблицы находим некоторую высоту, с которой при последующих наблюдениях, входя в таблицы, найдем дальномерную дистанцию, которую нужно раньше исправить всеми поправками, а потом уже передавать к орудиям для установки прицела.

ТАБЛИЦЫ

для определения расстояния по линейной и угловой величине предмета («Красная книжка»).

Намерив угловую величину предмета, до которого желают определить расстояние, и зная его высоту, принимая треугольник образуемый концами наблюдаемого предмета и местом стояния наблюдателя за прямоугольный по формуле $D = H \cdot \cotg \alpha$ найдем искомую дистанцию D .

Так как расстояние должно быть известно немедленно после момента окончания наблюдения, то, чтобы каждый раз не производить вычислений, принято пользоваться специально на этот случай составленными таблицами. Входя в эти таблицы с аргументами: 1) высота предмета и 2) угловой размер этого же предмета; мы в левом вертикальном столбце находим дистанцию, выраженную в кабельтовых. Расстояния в таблице даны с точностью до $\frac{1}{4}$ кабельтовых в пределах от 0—25-ти кабельтовых, через $\frac{1}{2}$ кабельтова от 25—34-х и далее через один кабельтов до 40. Высоты даны от 10 до 50-ти фут через каждые $\frac{1}{2}$ фута; от 50 до 201 через каждый фут.

Дальномеры.

Если при определении дистанции в таблице не окажется для определенного угла соответствующей высоты или, наоборот, в таблице нет высоты, с которой мы как с аргументом должны войти в таблицу, чтобы получить искомую дистанцию, нужно идти в столбец высот вдвое или втрое больших или меньших и затем полученную дистанцию в то же число раз увеличить или уменьшить.

ТАБЛИЦЫ

для определения расстояния по углу снижения ватер линии относительно видимого горизонта («Синяя книжка»).

Эти таблицы служат в тех случаях, когда нужно определить микрометром расстояние до предмета, высота которого не известна.

Для определения расстояния этим способом, наблюдатель должен подняться на возможно большую высоту, например, на маче (так как базой будет высота глаза наблюдателя относительно уровня моря), и оттуда взять угол между ватер-линией неприятельского корабля и видимым горизонтом, но так как для получения этого угла необходимо, чтобы по направлению на противника был виден горизонт и чтобы как ватер-линия, так и горизонт были резко видны, что бывает довольно редко, то способ этот, не давая точных результатов, никогда почти не применяется, тем более, что на измерение угла будет влиять еще земная рефракция, величина которой переменная, а в таблицах внесен лишь средний коэффициент ее.

Аргументами для получения из синих таблиц расстояния служат:

- 1) Высота глаза наблюдателя.
- 2) Измеренный микрометром угол снижения.

§ 19. Микрометр Мякишева.

В 1898 году Мякишевым было предложено приспособить к кругу с делениями микрометра Люжолы особый барабан с линиями расстояний, который позволял бы при наблюдении обходиться без таблиц и отсчитывать расстояние прямо на этом барабане.

Идея его состоит в следующем.

Возьмем оси координат x и y и будем в любом масштабе откладывать по оси абсцисс высоты цели в футах, а по оси ординат углы зрения в секундах (черт. 81).

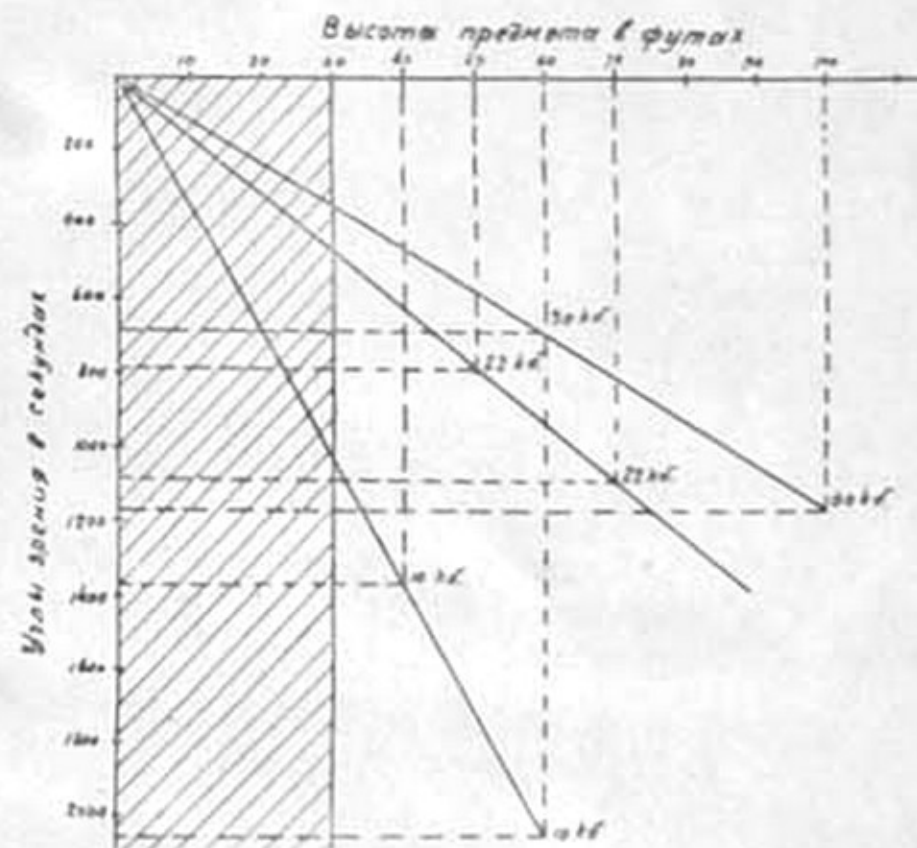
Пользуясь красными таблицами для определения расстояния по линейной и угловой величине предмета, наносим ряд точек для различных дистанций, например:

для дистанций 10 каб.,	задав	высотой 40 фут,	имеем угол	1375"
"	"	"	"	60
"	"	22	"	50
"	"	"	"	70
"	"	30	"	60
"	"	"	"	100
"	"	"	"	1375"
"	"	"	"	2063"
"	"	"	"	781"
"	"	"	"	1094"
"	"	"	"	688"
"	"	"	"	1146"

Так как таблицы вычислены по формуле $D = H \cdot \cotg \alpha$, то естественно, что все точки, нанесенные для каждой дистанции по данным из таблицы, должны обязательно лежать на прямых линиях, и потому, соединив нанесенные точки одной и той-же дистанции прямой линией, получим линию такого-то расстояния, при чем, конечно, линии различных расстояний, пересекаясь в начале координат, будут иметь различные углы наклона к оси.

Подобным образом и нанесены линии, обозначающие разные дистанции, при чем в пределах от 4 до 10 кабельтовых линии начерчены через $\frac{1}{4}$ кабельтова; от 10 до 20 кабельтовых — через $\frac{1}{2}$ каб. и от 20 до 30 кабельтовых через 1 кабельтов (черт. 81).

Высоты цели даны до 120 фут, но так как измерять расстояние



Черт. 81.

до предмета, имеющего высоту меньше 30 фут, вряд ли придется, то для уменьшения величины диаграммы, часть ее, соответствующая высотам предметов меньше 30 фут, откинута (заштрихованная часть на чертеже 81).

На полученной диаграмме искомые расстояния будут находиться в пересечении соответствующей абсциссы высоты и ординаты угла зрения.

Если теперь вычерченную диаграмму наклеить по поверхности цилиндра, то ось абсцисс останется прямой линией, а ось ординат станет окружностью круга.

Предположим теперь, что на микрометре шестеренка микрометрического винта передает движение не кругу с делениями, как у микрометра Люжолы, а целому барабану, насаженному на трубу инструмента, при чем с одного края этого барабана нанесены деления как на преж-

нем круге, но только в одну сторону от нуля; благодаря этому можно было сделать диаметр цилиндра вдвое меньше (всего 7 см).

Предположим далее, что на этот барабан соответствующим образом наклеена описанная диаграмма линий расстояний, а над цилиндром (над точкой нуля) прикреплена, совершенно независимо от цилиндра по производящей его, линейка с делениями высот и с индексом, который можно установить на любом делении. Если индекс линейки высот поставить на высоту наблюдаемого предмета и определить угол зрения, то при поворачивании микрометрического винта будет поворачиваться и барабан с диаграммой расстояний и, наконец, при соприкосновении краев изображений под линейку высот подойдет цифра, выражающая число секунд в нашем угле зрения, а индекс, показывая высоту предмета на линейке, будет одновременно с этим указывать и на соответствующую кривую искомого расстояния на диаграмме, наклеенной на барабане. Это устройство и дано микрометром с барабаном линий расстояний. Разница только в том, что диаграмма не наклеена на барабан, а вырезана на нем.

Этим же микрометром можно определять расстояния и по углу снижения, для чего рядом с линейкой высот закрепляется таким же образом другая линейка с нанесенными на ней делениями высот глаза. Если бы не коэффициент земной рефракции, введенный в таблицы определения расстояний по углу снижения, можно было бы пользоваться той же самой диаграммой, конечно, иначе поставив линейку высот глаза и иначе поместив на ней соответствующие деления. То же самое было бы, если бы этот коэффициент (0,08), введенный в синюю таблицу, был равным образом введен как в одну, так и в другие таблицы. Но этого нет, а потому, чтобы можно было пользоваться одной и той же диаграммой для обоих способов определения расстояния, в таблицу углов снижения вводит только половину коэффициента (0,08), а именно 0,04, другую же его половину вводит в таблицы углов зрения и вычерчивают на барабане микрометра только одну диаграмму. Вследствие этого, конечно, в том и другом случае получается некоторая ошибка, растущая с увеличением расстояния, но ошибка эта невелика и исправляется наклоном линейки в ту или другую сторону. Вводя поправки на рефракцию в углы зрения, мы этим углы увеличиваем, следовательно, расстояния уменьшаем; значит, надо линейку наблюдаемых высот наклонить в сторону больших расстояний; вводя же только половину поправки в углы снижения, мы этим углы увеличиваем слишком мало или, иначе сказать, уменьшаем; поэтому расстояния будут получаться больше истинных и линейку следует уклонить в сторону меньших расстояний. В результате получается, что линейки отклонены в разные стороны.

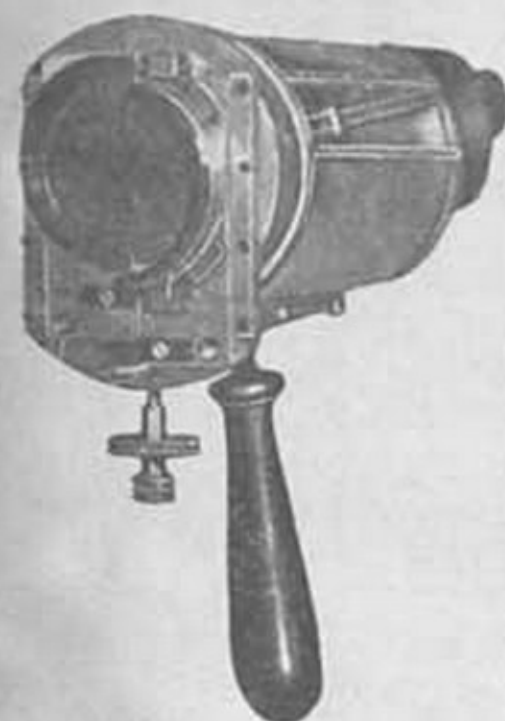
Ввиду того, что определение расстояний по углу снижения никогда почти не производится, то микрометры Мякишева более позднего изготовления были уже только с одной линейкой (высота предмета).

Наружный вид микрометра Мякишева дан на чертежах 82 и 83, при чем отличие означенного прибора от микрометра Люжолэ заключается в следующем:

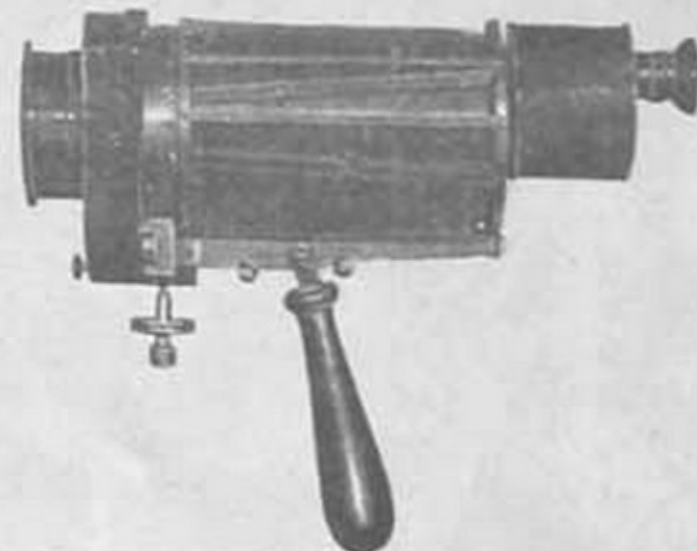
Почти все части прибора сделаны из алюминия.

Вместо диска с делениями имеется нейзильберный барабан, на котором нанесены дистанции. На передней части барабана укреплено кольцо, с парезанными на одном из его оснований зубцами.

Это зубчатое кольцо можно переставлять относительно барабана на величину отверстия скобы, укрепленной к зубчатому кольцу. В обе стойки скобы ввинчены регулирующие винтики, упирающиеся своими пятками в штифт, укрепленный на барабане. Для того, чтобы кольцо не могло выпасть из барабана, оно удерживается двумя планочками, привинченными к барабану. На цилиндрическом кожухе доски с полуобъективами укреплены 2 линейки, а между ними — неподвижный индекс; со стороны противоположной индексу — упор для ограничения вращения



Черт. 82.



Черт. 83.

барабана; в этот упор упирается штифт барабана. На передней стороне ползунов имеются винты, пропущенные через пластинчатые пружинки. Винты ввинчиваются в подшипники ползунов, через которые проходит микрометрический винт, и служат для выбирания мертвых ходов. Пружинки для винтов играют роль контрагек. Защитный кожух механизмов, собранных на доске, состоит из крышки со стеклом и, надеваясь со стороны полуобъективов, удерживается на месте зацепом и винтом. На верхней линейке нанесены деления высот предмета через каждый фут от 27-ми до 120-ти. На нижней линейке нанесены деления от 28 до 100, через каждый фут, обозначающие высоту глаза. Оба другие конца линеек упираются в вырезы, имеемые на секторе шайбы и привинчены к нему винтами. Для предохранения барабана от попадания на него воды сверху него надевается слюдяной прозрачный цилиндр. Этот цилиндр удерживается на месте шайбой с приливом, на конце которого имеется прямоугольное окно. На конец цилиндрического кожуха оптической трубы, проходящей внутри барабана, навинчивается окулярная оптическая коробка, в которой собрана оборачивающая система призм Порро и которая удерживает в собранном виде барабан, шайбу и защитный слюдяной цилиндр.

Инструкция для пользования микрометром Мякишева.

I. Подготовка прибора к наблюдению.

1) Достав прибор из ящика, кисточкой смести пыль с окуляра и защитного стекла полуобъективов, после чего протереть их полотноной ветошью.

2) Рассмотрев в трубу резко видимый предмет, вращением оправы установить окуляр на остроту зрения.

II. Уничтожение погрешности индекса.

3) Рассматривая в трубу хорошо видимый предмет, у которого имеются резко очерченные линии, вращать головку измерительного винта до тех пор, пока горизонтальные линии предмета, принадлежащие одному и тому же контуру, смещенные в вертикальной плоскости, не станут сплошными прямыми, т. е. пока оба изображения не сольются в одно.

4) Прочитать против неподвижного индекса отсчет по лимбу, на котором нанесены деления в дуговых секундах, при чем отсчет должен равняться нулю. Если отсчет против индекса будет не нуль, то поступить следующим образом.

5) Не трогая микрометрического винта, осторожно вывернуть оптическую окулярную коробку.

6) Снять алюминиевую шайбу с приливами.

7) Снять слюдяной защитный кожух.

8) Произвести выверку нуля, для чего:

а) Если погрешность меньше 30-ти секунд, то следует узенькой отверткой вращать регулирующие винтики зубчатого кольца, приходящиеся со стороны противоположной индексу и упирающиеся в штифт барабана, один вывернуть, а другой ввернуть настолько, чтобы против индекса приходился нуль и в то же время барабан не имел мертвого хода.

При производстве описанной регулировки нужно следить за тем, чтобы не повернулся микрометрический винт. Собрать прибор в порядке пунктов 8, 7, 6 и 5.

б) Если погрешность окажется больше 30-ти секунд, нужно: 1) Вывернуть винтики у правых концов линеек, которые затем развести. 2) Снять алюминиевую шайбу с сектором. 3) Снять барабан со шкалой и установить регулирующие винтики так, чтобы штифт барабана приходился по середине между щеками регулирующей скобы зубчатого кольца. 4) Надеть на место барабан со шкалой так, чтобы его нулевое деление возможно точнее пришлось против индекса. 5) Надеть алюминиевую шайбу с сектором. 6) Привернуть на место концы линеек высот. 7) Соблюсти весь пункт 8 а.

9) Убедиться наблюдением, что пункты 3-й и 4-й соблюдены.

III. Регулировка прибора.

10) Соблюсти точно пункты 6-й и 7-й инструкции для пользования микрометром Люжолы, для чего нужно:

а) Снять защитный кожух с полуобъективов.

б) Помнить, что винтики верхних крышек подшипников ползунов расположены на лицевой стороне ползунов, непосредственно под полуобъективами.

IV. Определение дистанций до вертикальных предметов.

11) Развернуть защитный слюдяной барабан так, чтобы имелся на нем прорезь как раз пришлось над верхней линейкой с надписью «Высота предмета».

12) Установить левый срез ползуна линейки на отсчет, соответствующий предполагаемой высоте предмета.

13) Наблюдая в прибор, вращать измерительный винт до тех пор, пока не совместятся те две точки предмета, расстояние между которыми установлено на линейке высот.

14) На линии расстояний, выравненной на барабане, на которую указывает индекс, укрепленный на ползуне, прочесть искомое расстояние.

V. Определение курсовых углов кораблей.

15) Для определения курсовых углов кораблей, нужно знать дистанцию по горизонтально-базисному дальномеру.

16) Взять прибор за кожух, перекрывающий полуобъективы, расположить его так, чтобы рукоятка, измерительный винт и прорезь между полуобъективами были бы горизонтальны.

17) Вращать левой рукой измерительный винт до тех пор, пока не совместятся видимый форштевень корабля с его ахтерштевнем или правая вертикальная черта его корпуса у *W.L.* с левой.

18) Выполнить пункты 15, 16, 17 инструкции пользования микрометром Люжолы.

VI. Определение размеров наблюдаемого предмета.

19) Наблюдая в прибор, вращать измерительный винт до тех пор, пока не совместятся те две точки предмета, расстояние между которыми ищется.

20) Зная расстояние до предмета двигать ползун по линейке до тех пор, пока индекс на нем не укажет линию, соответствующую известному расстоянию.

21) По левому срезу ползуна, на линейке с надписью «Высота предмета», прочесть отсчет, который и будет соответствовать искомой высоте предмета, выраженной в футах.

§ 20. Микрометр Фузсса.

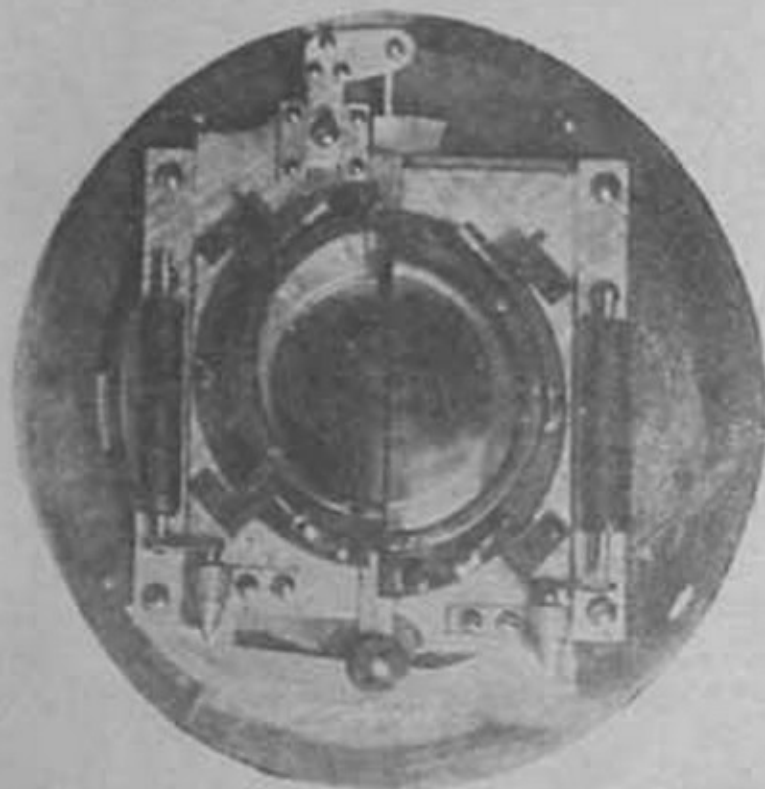
В 1915 году появился у нас принятый в германском флоте микрометр Фузсса.

Прибор этот представляет собой тот-же тип микрометра, который был описан выше, но более усовершенствованного вида. Сохраняя те

же размеры и почти тот-же вес, микрометр Фуэсса, благодаря более совершенной конструкции, дает возможность определить дистанцию от 5 до 90 кабельтовых.

Прибор состоит из оптической трубы с оборачивающими призмами системы Порро и приспособления для передвижения полуобъективов со счетным механизмом.

На чертеже 84 показан внутренний вид микрометра.



Черт. 84.

На конце цилиндрического кожуха оптической трубы укреплен доска, по которой движутся две подвижные планки, с укрепленными на них полуобъективами. Каждый полуобъектив заключен в свою оправу; фланцы оправы прикреплены к своей подвижной планке посредством 3 винтиков; вырезы во фланцах для прохода винтов сделаны овальными, что необходимо для правильной установки и для регулировки прибора. К оправе каждого полуобъектива привинчены по две угловых планочки, а против каждой из них на-

ходится другие угловые планочки, но привинченные к подвижным доскам; через нарезные отверстия этих планочек проходят регулирующие винты, упирающиеся своими пятками в угловые планочки оправы полуобъективов. Конструкция микрометра считается столь прочной, что установленные на заводе полуобъективы не должны смещаться со своих мест, почему на службе не рекомендуется, кроме случаев исключительной надобности, трогать «крепительные» или «регулирующие» винтики. Пользование же ими аналогично изложенному в III-м разделе инструкции для пользования микрометром Люжоль под рубрикой «регулировка микрометра».

Движение полуобъективов происходит от вращения измерительного маховичка, насаженного на валик, пропущенный через кронштейн, привинченный к кожуху оптической трубы. На конце валика насажена цилиндрическая шестерня, сцепляющаяся с зубчатым кольцом, прикрепленным к втулке, одетой в холостую на гладкую шейку внутреннего кожуха оптической трубы. К этой же втулке прикреплен эксцентрик (часть его, а именно—ступенька между высокой и низкой частью, видна на чертеже 84 наверху под штифтом, упирающимся в него). Таким образом, при вращении измерительного маховичка, шестеренка, насаженная на том-же валике, будет вращать зубчатое кольцо с втулкой, а следовательно, будет вращаться и эксцентрик; когда более высокая

часть эксцентрика будет подниматься вверх, то эксцентрик будет выжимать штифт вверх; штифт-же посредством угловой планки соединен с левой подвижной доской (с полуобъективом) и потому этот полуобъектив будет подниматься. Опускаться левый полуобъектив будет от действия спиральной пружины, помещенной в цилиндре, прикрепленном к узкой неподвижной планке; пружина, нажимая на поршень, будет стараться опустить его все время вниз; конец штока, посредством рычага и планки, прикрепляется к подвижной доске двумя винтами, к той-же планке прикреплен конус из закаленной стали, нажимающий на коромысло, имеющее точку опоры точно посередине. При вращении измерительного маховичка в сторону, когда эксцентрик будет подводить под штифт свою более низкую часть, спиральная пружина разжимаясь и надавливая на поршень, будет опускать левую подвижную доску с полуобъективом, при чем благодаря ее действию штифт будет все время прижат к эксцентрику; одновременно конус из закаленной стали, нажимая на коромысло, будет опускать его левую часть вниз; от этого правая часть коромысла начнет подниматься, нажимать на конус, прикрепленный к правой подвижной доске, от чего правая подвижная доска с полуобъективом начнет подниматься, а спиральная пружина в цилиндре, прикрепленном к правой узкой неподвижной планке, будет сжиматься ввиду того, что правая спиральная пружина значительно слабее левой.

Опускаться правый полуобъектив будет, когда левый пойдет вверх, тогда пружина в левом цилиндре будет сжиматься поршнем, а пружина в правом цилиндре начнет разжиматься и будет опускать правую доску с полуобъективом.

У микрометра Фуэсса имеется три шкалы: на верхней шкале даны высоты цели в футах, от 28 до 120 фут; на средней даны дистанции в кабельтовых, от 5 до 90 кабельтовых, и на нижней даны тысячные доли дистанции, от 3 до 39 тысячных. Верхняя шкала неподвижная, средняя-же и нижняя прикреплены к той же втулке, к которой прикреплен и эксцентрик, и потому при вращении измерительного маховичка они будут также вращаться вместе с эксцентриком. Таким образом, между движением полуобъективов и шкалой, которая фиксирует величину этого движения, нет ни одной передаточной части, которая создавала-бы мертвый ход, что, конечно, сильно улучшает практическую точность прибора.

На чертеже 85 показаны все три шкалы, видимые на приборе через слюдяную крышку.

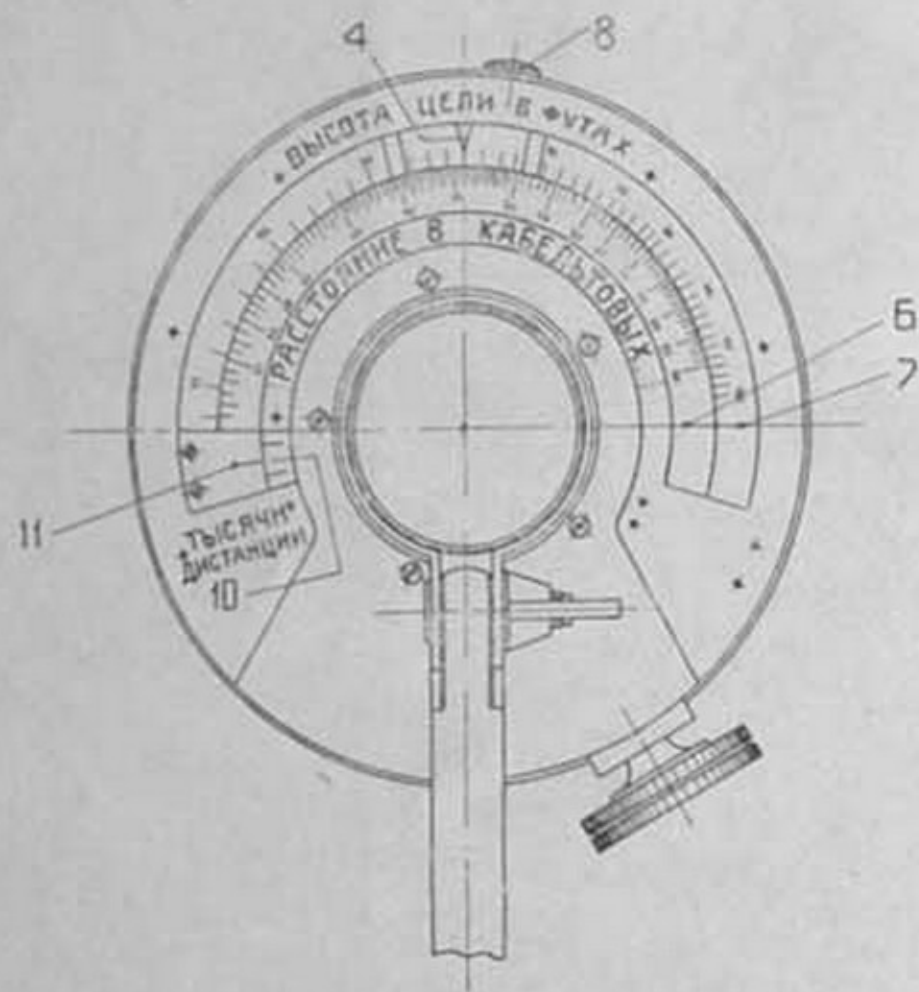
Высота предмета, до которого измеряется дистанция, устанавливается индексом 4, находящимся на подвижной рамке, укрепленной к шестеренке, одетой в холостую на гладкую шейку внутреннего кожуха оптической трубы. Приводится в движение эта шестеренка от вращения маленького маховичка (в виде кнопки), находящегося на лицевой стороне прибора ниже шкал.

Отсчет дистанции в кабельтовых производится на шкале дистанций по этому-же индексу, после того как при наблюдении цели полуобъективы будут разведены на такую величину, чтобы одно изображение предмета стало под другим, тогда под установленный на высоту цели

индекс и подойдет на подвижной шкале дистанций цифра искомого расстояния в кабельтовых.

Отсчеты тысячных долей дистанции производятся по неподвижному индексу (11).

У микрометра имеется приспособление, при помощи которого можно передвинуть полуобъективы, оставляя эксцентрик и шкалы на месте (приспособление необходимое для выверки прибора); устройство его видно на чертеже 84.



Черт. 85.

На левой подвижной планке полуобъектива наверху привинчены 4 винтами две направляющие планочки, между которыми находится угловая планка с прикрепленным к ней штифтом, упирающимся на эксцентрик; сзади, к угловой планке, 3 винтами прикреплен гладкий упорный подшипник, через который пропущен винт, ввинчивающийся в нарезной подшипник, укрепленный сзади левой подвижной доски с полуобъективом. Винт имеет квадратную головку, на которую, при выверке через отверстие 8 чертежа 85, одевается ключ. При вращении ключа, винт, ввинчиваясь в нарезной подшипник, будет двигать подвижную доску с полуобъективом (оставляя эксцентрик и шкалы на месте) на величину овального отверстия, через которое пропущен винт угловой планки, служащей для ограничения ее хода.

Инструкция для пользования микрометром Фузсса.

I. Приготовление прибора к наблюдению.

1) Надеть на шею ремень с кожаным подлокотником, который отпускается при каждом приборе (чертеж 86).

2) Взять прибор за рукоятку левой рукой, локоть которой установить в кожаный подлокотник.

3) Установить окуляр на остроту своего зрения, по диоптрийной шкале, находящейся немного впереди резинового наглазника.

4) Установить рукоятку (1) прибора так, чтобы прорезь между двумя полуобъективами во время наблюдения была бы вертикальна, т. е. перпендикулярна линии горизонта, или

5) отжав зажимной винт хомута рукоятки, повернуть последнюю вокруг прибора на 90° так, чтобы прорезь между полуобъективами была бы во время наблюдения горизонтальной, т. е. параллельна линии горизонта.



Черт. 86.

II. Выверка прибора.

6) Для правильных показаний прибора, необходимо, чтобы он был тщательно выверен (черт. 85).

7) Вращать правой рукой до отказа, против движения часовой стрелки, измерительный маховичек. Нанесенная на дистанционной шкале дальние цифры «90» черта (6) должна совпасть с чертой (7) на неподвижной базной шкале. В это же время индекс (11), на планке привинченной к базной шкале, должен совпасть с красной чертой на шкале тысячных дистанции.

8) Тщательно рассмотреть какой-либо хорошо видимый, с резкими очертаниями предмет, при чем должно быть видно одно изображение или, вернее, будут два изображения, из которых одно точно перекрывает другое.

9) Если, при точном соблюдении пункта 7-го, мы будем видеть изображения, смещенные одно относительно другого, то это укажет, что положение полуобъективов прибора не соответствует положению нуля на шкале; и тогда нужно:

а) Отвести книзу задвижку, закрывающую круглое отверстие в верхней части корпуса прибора.

б) Достать ключ из ящика и вставить его в отверстие (8).

в) Рассматривая предмет при строгом соблюдении пункта 7-го, вращать ключ, стараясь совместить два изображения или, другими словами, наложить одно изображение на другое.

III. Измерение расстояний до вертикальных предметов.

10) Приготовить прибор согласно пунктов 1, 2, 3 и 4-го.

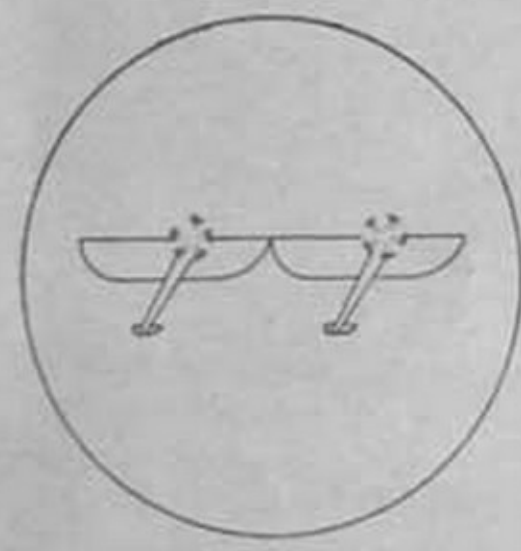
11) Вращать правой рукой маленький маховичек, находящийся впереди рукоятки прибора, устанавливая индекс подвижной рамки по

наружной шкале на число, равное высоте наблюдаемого предмета в футах.

12) Смотря в дальномер, вращать правой рукой измерительный маховичек до тех пор, пока вершина измеряемого предмета не коснется его основания, т. е. пока не совпадут две противоположные точки предмета, до которого желательно иметь расстояние.

13) На внутренней дистанционной шкале против индекса, находящегося на подвижной рамке, который мы ранее устанавливали маленьким маховичком, прочесть отсчет, который и даст дистанцию до предмета в кабельтовых.

IV. Измерение расстояний до аэропланов и предметов, имеющих малую высоту, но большую ширину.



Черт. 87.

14) Приготовить прибор согласно пункта 1, 2, 3 и 5-го.

15) Вращать маленький маховичек и установить индекс на подвижной рамке по базной шкале на отсчет, равный расстоянию между концами крыльев аэроплана, при ширине предмета выраженной в футах.

16) Вращать измерительный маховичек, стараясь совместить правую кромку предмета с левой, т. е. увидеть два соприкасающихся между собой в горизонтальном направлении изображения (черт. 87).

17) Исполнить пункт 13-й.

V. Определение «К. Уг.» кораблей.

18) Для определения «К. Уг.» кораблей необходимо знать дистанцию по горизонтально базисному дальномеру.

19) Приготовить прибор по пунктам 1, 2, 3 и 5-му.

20) Вращать измерительный маховичек, стараясь совместить видимый форштевень корабля с его ахтерштевнем или, вернее, правую вертикальную черту его корпуса у *W. L.* с левой.

21) Сделать отсчет числа делений по индексу, нанесенному для отсчетов тысячных дистанций.

22) По трем аргументам: а) длина противника в футах, б) приближенная дистанция, данная горизонтально-базисным дальномером, и в) по полученному отсчету, представляющему собой число тысячных долей дистанции по таблице № 4 стрельбы на море, издания Артиллерийского класса, или по специально вычисленной таблице, находится «К. Уг.» корабля.

Пример. Расстояние по горизонтально-базисному дальномеру до линейного корабля типа «Веттин» равно 70 кабельтовых. Из брошюры «Силуэты военных судов Германии» находим, что длина

«Веттин» равна 400 фут. Совместив правую видимую вертикальную черту корпуса корабля у *W. L.* с левой, на шкале тысячных дистанций находим цифру 8. Входя в таблицу с аргументами: дистанция 70 кабельтовых, длина противника 400 фут и отсчет прибора равный 8, находим, что «К. Уг.» должен быть равен 60° или 120°.

VI. Определение размеров наблюдаемого предмета.

23) Приготовить прибор по пунктам 1, 2, 3 и 4-му или 5-му в зависимости от того, какие размеры предмета мы желаем определить.

24) Наблюдая в прибор, вращать измерительный маховичек и совмещать точки предмета, между которыми ищется расстояние.

25) Пользуясь расстоянием (в зависимости от условий, полученным от горизонтально-базисного дальномера или взятого с карты) до предмета, размеры которого определяются, следует вращением маленького маховичка установить индекс подвижной рамки на полученный отсчет, по дистанционной шкале.

26) Отсчет, находящийся под индексом подвижной рамки на базной шкале и выразит собою искомый размер в футах.

27) Можно получить линейные размеры предмета и следующим еще способом:

а) выполнить пункт 24-й,

б) на шкале тысячных дистанций прочесть получившийся отсчет,

в) зная, что 0,001 дистанции равна столько же саженям, сколько десятков кабельтовых заключается в расстоянии до предмета, мы должны получившийся отсчет по шкале тысячных дистанций умножить на число саженей, а это произведение и даст собою искомый размер в саженях.

Примеры на пункты 25-й и 26-й.

Предположим, что горизонтально-базисный дальномер дал нам дистанцию до корабля, равную 60-ти кабельтовым. Берем прибор Фуэсса и, наблюдая этот же корабль, совмещаем любые его две хорошо видимые точки или линии. Не трогая измерительного маховичка, малым маховичком устанавливаем индекс подвижной рамки на отсчет 60 по дистанционной шкале и смотрим, какой отсчет оказался под индексом на базной шкале. Этот отсчет и представит собою расстояние между совмещенными точками корабля, выраженное в футах.

Пример на пункт 27-й.

Предположим, что горизонтально-базисный дальномер определил расстояние до находящейся на острове башни, равное 90 кабельтовым. Данная дистанция укажет нам, что в одном делении шкалы тысячных дистанции, на этом расстоянии, заключается 9 саженей. Наблюдая в прибор Фуэсса, подведем вершину башни к уровню воды и предположим, что при этом на шкале тысячных дистанций против индекса окажется отсчет равный 5, тогда высота вершины башни над уровнем моря будет равна: $9 \times 5 = 45$ саженей или 270 фут.

VII. Использование прибора в постах плутонговых командиров.

- 28) Приготовить прибор согласно пунктов 1, 2, 3 и 4 или 5.
 29) Дальномерщик, выбрав для наблюдения две удобных точки (линии), все время старается их совмещать.
 30) Плутонговый командир, следя за центральной стрельбой, в момент накрытия цели командует «накрытие».
 31) Дальномерщик прекращает на время наблюдение и вращением малого маховичка устанавливает индекс подвижной рамки на отсчет, стоящий на прицеле по дистанционной шкале.
 32) Против индекса подвижной рамки на базной шкале прочитывается искомое расстояние между наблюдаемыми точками.
 33) Все последующие наблюдения уже дают, так называемую, пушечную дистанцию при индексе подвижной рамки, установленном по пункту 32-му.

34) Пушечная дистанция выгодна тем, что в случае перехода на плутонговый огонь, непосредственно вслед за перерывом центрального управления, плутонговый командир, передавая к орудиям высоту прицела, пользуется непосредственными данными прибора Фуэсса, не поправляя его никакими поправками. Если за время перерыва в стрельбе изменилось маневрирование свое или противника, то данные прибора исправляются лишь:

1) поправкой на В.И.Р. за время полета снаряда и 2) поправкой на ветер. Во все показания прибора поправка дня оказывается уже введенной.

35) Если у плутонгового командира имеются дальномерные указатели, то, беря с них данные и поступая по пунктам 30 и 33, находим «дальномерную дистанцию», которую нужно исправить всеми поправками раньше, чем передать установку прицела к орудиям.

VIII. Определение углового размера предмета.

- 36) Установить на известный линейный отсчет индекс подвижной рамки по базной шкале.
 37) Вращая большой маховичек при соблюдении пункта 37-го, подвести отсчет, равный известному расстоянию до предмета, под тот же самый индекс на подвижной рамке.
 38) Прочитать отсчет по шкале тысячных дистанции.
 39) Полученный отсчет умножить на 3,48 и полученное произведение представить собою угловую величину предмета, выраженную в градусных минутах.

Пример. Определить угловую величину предмета высотой в 110 фут, расстояние до которого равно 9-ти кабельтовых.

Малым маховичком ставим индекс подвижной рамки по базной шкале на отсчет равный 110 и, вращая измерительным маховичком, подводим к этому же индексу отсчет 9 на дистанционной шкале. Против индекса шкалы тысячных дистанции, прочитываем отсчет равный 20-ти. Угловая величина предмета будет равна $3,48 \times 20 = 69,6$ минуты $= 1^{\circ}9'36''$.

Общее примечание:

Дистанционная шкала дальномера разбита от 5-ти до 90 каб. Если желательно определить дистанцию свыше 90 каб., то поступают следующим образом. На базной шкале устанавливают индекс подвижной рамки не на число фут, равное расстоянию между наблюдаемыми точками, а на половину этого числа. Произведи по выше данным правилам измерение расстояния, следует по дистанционной шкале прочесть число, которое выразит собой не полную дистанцию, а лишь половину ее. Следовательно, чтобы найти искомую дистанцию, нужно число, найденное против индекса подвижной рамки на дистанционной шкале, умножить на два. Отсюда ясно, что уменьшив умышленно базу в два раза, дистанция получается также уменьшенной в два раза.

Пример. Предположим, что высота предмета, до которого измеряется расстояние, равна 108 фут. Установить на это деление по базной шкале индекс подвижной рамки вращением измерительного маховичка и привести в соприкосновение два видимых изображения будет нельзя; тогда нужно поступить следующим образом: установить индекс подвижной рамки по базной шкале на отсчет равный $108 : 2 = 54$ футам и измерить расстояние. Предположим теперь, что против индекса подвижной рамки на дистанционной шкале придется отсчет равный 64, а тогда искомая дистанция будет равна $64 \times 2 = 128$ кабельтовых.

§ 21. Микрометр Веймут-Кука.

Микрометр Веймут-Кука, носящий в английском флоте название «секстана для нахождения дистанции», представляет собой компактный и очень удобный в обращении прибор, имеющий, кроме того, чрезвычайно простое и надежное внутреннее устройство (нет во всем приборе ни одной шестеренки, почему отсутствуют уменьшающие точность прибора мертвые хода).

Состоит он из призматической зрительной трубы с разрезанным объективом и приспособления для передвижения одного полуобъектива со счетным механизмом (второй полуобъектив стоит на месте).

Наружный вид Веймут-Кукского секстана показан на чертежах 88 и 89 (с двух сторон).

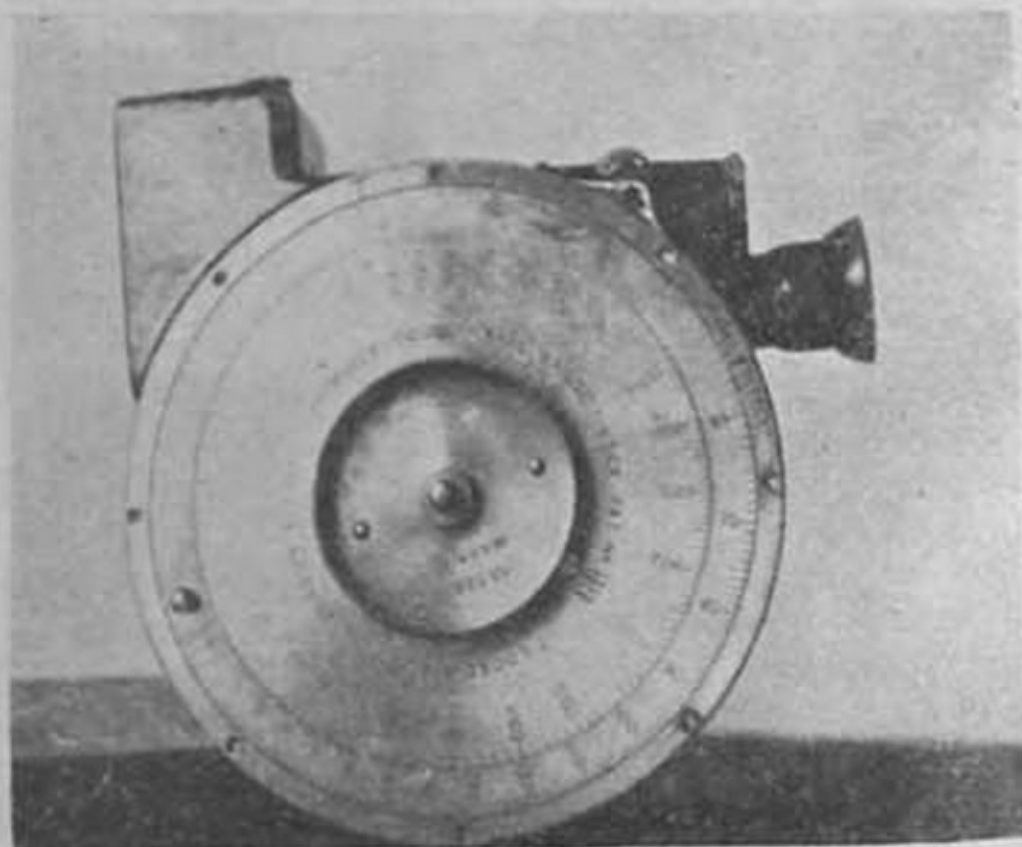
Шкала дистанции дана в ярдах от 1200 до 18000 ярдов, т. е. от 6 до 90 кабельтовых, так как 1 кабельтов = 200 ярдов; поэтому, чтобы получить дистанцию в кабельтовых, надо отсчет, полученный на приборе, разделить на 200.

Нанесена шкала непосредственно на измерительном диске, от вращения которого будет двигаться один полуобъектив.

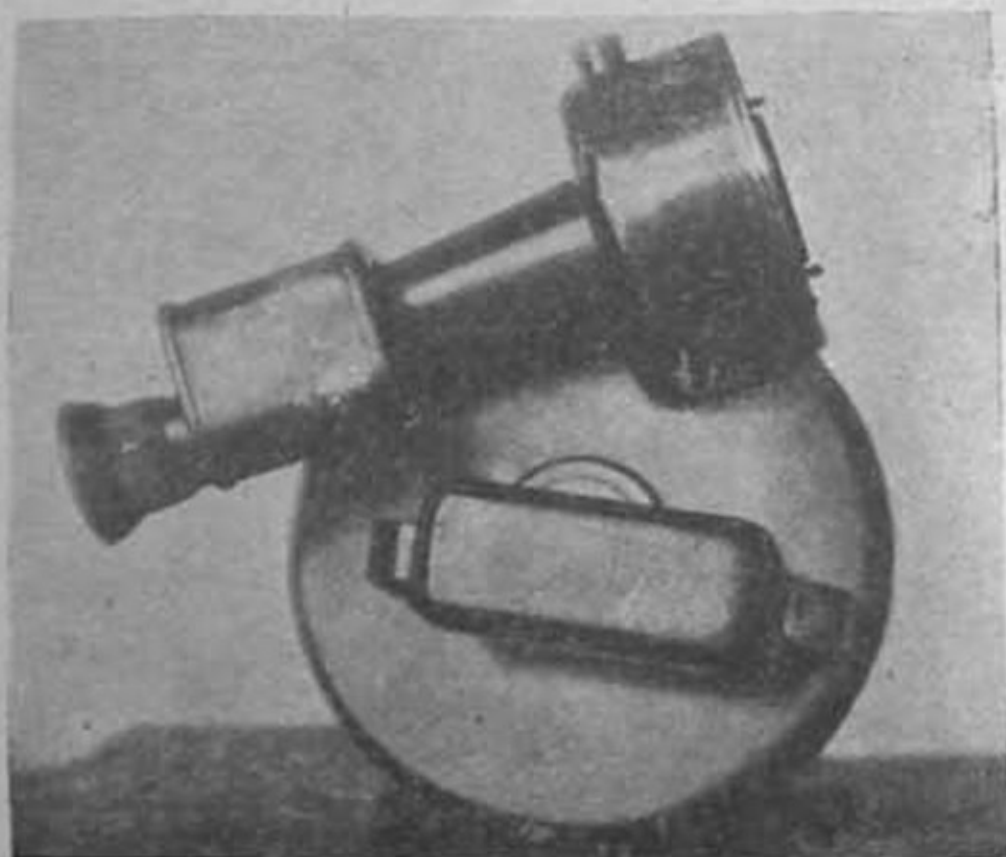
На заплечико измерительного диска в холостую одето кольцо, называемое «кольцо высот», с нанесенными на нем высотами цели в футах, от 15 до 200 фут. На этом кольцо нанесен и индекс: красная стрелка с надписью «Range Yards», по которому надо отсчитывать расстояние.

На заплечико кольца высот одето в холостую кольцо, которое 8 винтами привинчено к корпусу прибора. На этом кольце нанесен индекс высот — черная стрелка с надписью «Height in feet». Кроме

того на нем же имеется надпись Inf, обозначающая бесконечность и служащая для выверки прибора; такая же надпись Inf имеется и на измерительном диске.



Черт. 88.



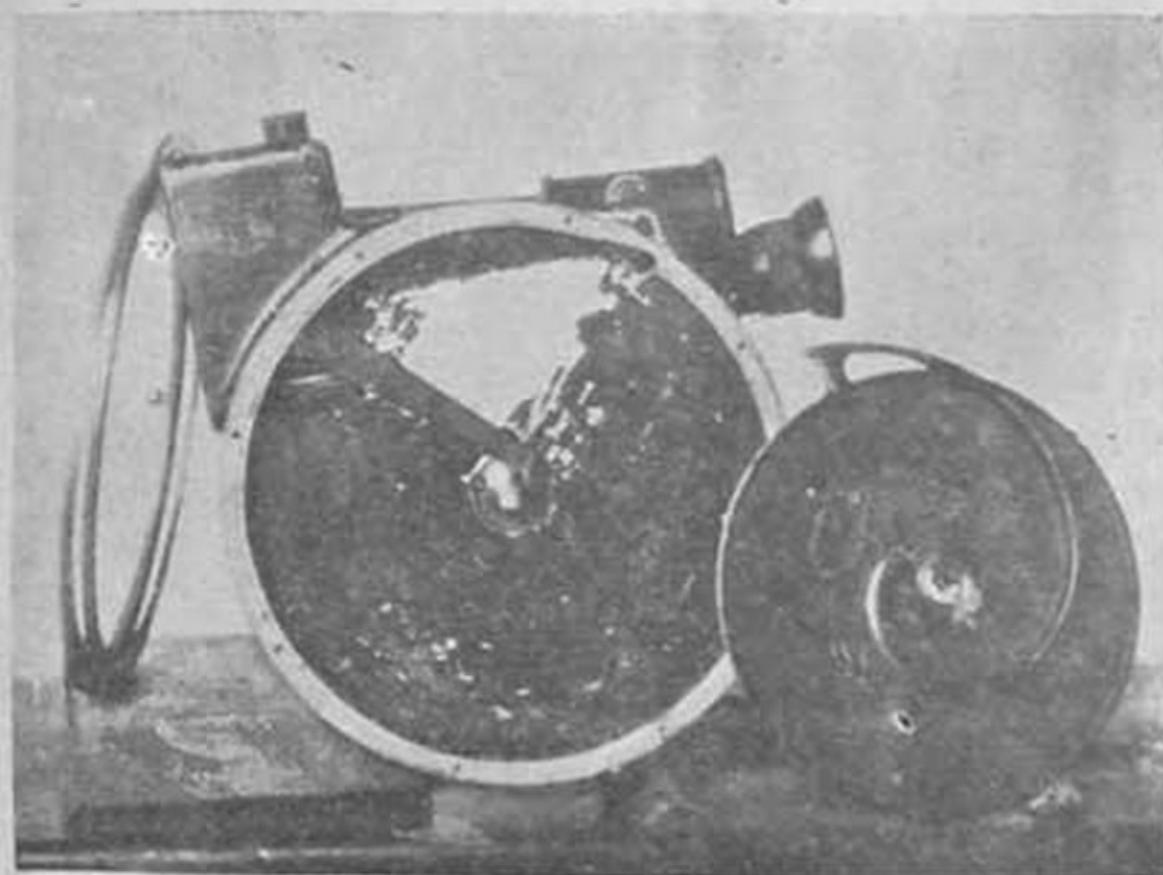
Черт. 89.

Во время работы, прибор держится за рукоятку (черт. 89), при чем для облегчения держания, чтобы рука наблюдателя не уставала,

в отверстие маленького прилива внизу прибора вставляется штырь с прикрепленным к нему ремнем, одеваемым на шею наблюдателя, таким образом, рука наблюдателя не будет иметь на себе весь вес прибора и будет меньше уставать.

Внутренний вид микрометра показан на чертеже 90.

Измерительный диск, вынутый из прибора, поставлен на чертеже отдельно справа; он имеет на внутренней своей поверхности спиралеобразный выступ; при вращении диска, выступ этот будет нажимать на подвижную тягу, имеющую вид буквы I, но с тупым углом; меньшее колено тяги, на чертеже невидимое, шарнирно соединяется



Черт. 90.

с подвижной тележкой, к которой непосредственно прикреплен один полуобъектив. Таким образом, при вращении измерительного диска против часовой стрелки, выступ будет нажимать на тягу и тяга будет отходить и плавно передвигать тележку с полуобъективом; в то же время будет закручиваться специальная пружина на оси тяги и будут растягиваться две спиральные пружины, один конец которых прикреплен к тележке, а другой к корпусу прибора, и при обратном вращении измерительного диска конец тяги будет возвращаться к центру спирали под действием всех этих пружин.

Измерительный диск описывает приблизительно $1\frac{1}{2}$ оборота, при чем в начале и в конце получается стопор дальнейшего вращения диска, благодаря следующему приспособлению.

Измерительный диск своим отверстием одевается на штырь в центре прибора, служащего осью вращения диска; рядом со штырем, немного влево, находится головка стопорного винтика, который и будет ограни-

тивать величину поворота диска на полтора оборота. На измерительном диске в центре вокруг отверстия сделан прилив с небольшим упорным выступом квадратной формы; на прилив диска насажена в холостую втулка с выступом, имеющим вид сектора, при чем когда диск одет на штырь прибора, то квадратный выступ на приливе его свободно проходит над головкой стопорного винта, а выступ на втулке, наоборот, упирается в стопорный винт. Застопоривание вращения диска с одного конца и получается потому, что сектор подвижной втулки упирается одним краем в стопорный винт, а в другой край сектора в это время упирает квадратный выступ на приливе диска и, следовательно, диск в эту сторону повернуться не может. При вращении диска против часовой стрелки, подвижная втулка будет поворачиваться вместе с диском, пока они не подойдут к стопорному винтику; тогда квадратный выступ на приливе диска пройдет над винтом, а сектор на подвижной втулке упрется в него. Но так как втулка одета в холостую, то при продолжении вращения диска она будет только разворачиваться на приливе диска, не двигаясь с места, пока выступ ее (сектор) не упрется другим своим краем в квадратный выступ на приливе диска, который подойдет к нему; здесь и произойдет застопоривание вращения диска в другом конце.

Инструкция для пользования микрометром «Веймут-Кука».

I. Выверка прибора.

1) Вращать измерительный диск по часовой стрелке до тех пор, пока индекс бесконечности (Inf), нанесенный на нем, не станет против такого же индекса (Inf), нанесенного на кольцо, привинченного к корпусу прибора.

Примечание. Чтобы точнее установить оба индекса (Inf) один против другого, можно развернуть кольцо высот, находящееся между ними, так, чтобы красная стрелка, нанесенная на нем, подошла к черточке (Inf) на неподвижном кольце, а потом уже, вращая измерительный диск, подвести его индекс (Inf) к той же красной стрелке.

2) Застопорить зажимным винтом измерительный диск в этом положении.

3) Тщательно рассмотреть какой-либо узкий, горизонтальный, отчетливо видимый предмет, например, реек беспроводного телеграфа или даже лучше проволоку его воздушной сети. При этом должно быть видно одно резкое изображение, т. е. оба изображения, даваемые каждым полуобъективом, наложившись один на другого, должны слиться в одно резкое изображение.

4) Если, при точном соблюдении пункта 1, будет видно изображение, которое двоится, то это укажет, что положение полуобъективов прибора не соответствует положению нуля на шкале, и тогда нужно:

- a) Свинтить колпачек, закрывающий «выверочный барабанчик» и расположенный сверху оптической коробки прибора над объективом.
- b) Вращать левой рукой выверочный барабанчик пока оба изображения предмета не совместятся в одно. (Винт выверочного барабанчика, пропущенный через коробку оптической трубы, ввинчиваясь в оправу неподвижного полуобъектива будет перемещать его и, следовательно, изображение, даваемое этим полуобъективом, будет подходить к изображению, даваемому другим полуобъективом, пока они оба не сольются в одно.
- c) Предыдущий пункт (b) повторить несколько раз и каждый раз сделать отсчет числа делений, нанесенных на выверочном барабанчике.
- d) Установить выверочный барабанчик на средний из полученных отсчетов и навинтить предохранительный колпачек.
- 5) Отжать зажимный винт, застопоривший измерительный диск.

II. Измерение дистанций.

6) Вращая за медный шпильник кольцо высот подвести под неподвижный индекс (черная стрелка с надписью «Height in feet» цифру высоту цели в футах;

7) Смотря в окуляр, вращать левой рукой измерительный диск, пока одно изображение предмета не станет над другим, т. е. пока не совпадут две противоположные точки предмета, расстояние между которыми было установлено по черному индексу на кольце высот.

8) Прочсть под индексом дистанций (красная стрелка, нанесенная на кольцо высот, с надписью Range Yards) отсчет цифры ярдов на измерительном диске.

9) Отсчет пункта 8-го разделить на 200, тогда частное выразит собой дистанцию в кабельтовых.

Примечание. Для точности работы необходимо, чтобы рассматриваемые оба изображения предмета были бы одинаково резко освещены, для чего нужно должным образом установить диафрагму, двигая два штифта, расположенных один выше, а другой ниже стекла закрывающего объектив.

По отзывам англичан Веймут-Куковский секстан испытан на море при всех погодах и дает показания по точности совершенно одинаковые с 9-футовым Барром и Струдом на всех дистанциях, но пределы дистанций можно брать при следующих высотах:

Высота призмы в футах.	Дистанция в ярдах.	
	min.	max.
15 фут.	1200	8570
20 "	1200	11400
40 "	1200	18000
60 "	1200	18000
80 "	1200	18000
100 "	1425	18000
120 "	1710	18000
140 "	2000	18000
160 "	2275	18000
180 "	2550	18000
200 "	2850	18000

Эти пределы обуславливают измерение углов между $0^{\circ}2'$ и $1^{\circ}20'12''$.

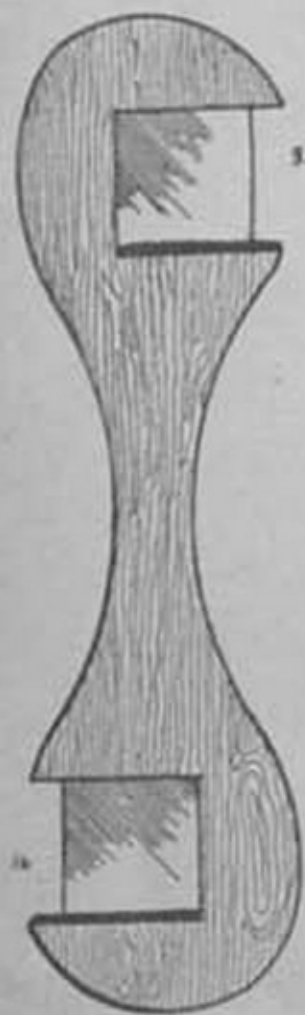
§ 22. Призма Беля.

Пользование самой обыкновенной призмой с очень небольшим преломляющим углом, как прибором для определения расстояния, предложено было Белем. Употребляется призма Беля для определения расстояний между кораблями, идущими в кильватере, т. е. для точного сохранения места своего корабля в строю.

Состоит она из двух, не зависящих друг от друга, призм, имеющих вид клина, заключенных в деревянную оправу.

На чертеже 91 показана призма Беля в натуральную величину.

На деревянной оправе под одной призмой надпись 16, а под другой 32. Эти надписи обозначают, что на расстоянии одного кабельтова одна из призм понижает рассматриваемую через нее точку на 16 футов, а другая на 32 фута, следовательно, если глядя через призму 16 увидим, что точка будет понижена на 16 футов (т. е. предмет, имеющий высоту 16 футов будет понижен на всю свою высоту) или же смотря через призму 32 увидим, что точка будет понижена на 32 фута, то это значит, что расстояние до предмета будет 1 кабельтов.



Черт. 91.

При пользовании призмой ее надо держать на небольшом расстоянии перед одним глазом, глядя в то же время на тот же предмет другим глазом без призмы, тогда будем видеть одновременно одним глазом предмет пониженным, а другим его же на своем месте; и когда верхняя точка предмета, имеющего высоту 16 футов, видимого через призму 16, будет под предметом видимым простым глазом, то расстояние до этого предмета будет 1 кабельтов.

Ясно, что если предмет будет иметь высоту 32 фута и будет понижен, глядя через призму 16 на всю свою высоту, то значит расстояние до предмета будет 2 кабельтова, так как, построив в том же угле высоту вдвое больше, получим и расстояние до нее тоже вдвое больше.

При пользовании призмой 32 все высоты предметов нужно брать вдвое больше, чем на призме 16, так как призма 32 отклоняет лучи вдвое сильнее; например, если предмет высотой 64 фута будет понижен при рассмотрении через призму 32 на всю свою высоту, то расстояние до него будет 2 кабельтова и т. п.

Из теории призмы известно, что величина угла отклонения луча призмой зависит от угла падения, поэтому, чтобы возможно было использовать призму Беля, как дальномер, необходимо применить свойство минимума угла отклонения луча призмой для того, чтобы иметь угол отклонения постоянный, что будет, когда призму будем держать совершенно вертикально. При таком положении призмы угол отклонения луча будет у призмы 16 около $1\frac{1}{2}^{\circ}$ (точно $1^{\circ}31'39''$), а у призмы 32 около 3° (точно $3^{\circ}3'18''$).

Таким образом, для определения расстояний призмой Беля, необходимо иметь соответствующие вертикальные базы (кратные 16 футов), поэтому на задних мачтах кораблей накрашивают через 16 или 32 фута специальные полосы, но эти полосы не особенно хорошо видны, поэтому вахтенные начальники на кораблях обыкновенно выбирают естественные приметные точки (реи, мостики и т. п.), разность высот которых подходит к требующейся. Ночью призмой Беля держат расстояние по кильватерным огням, которые установлены на корабле один над другим на расстоянии 16 или 32 фута.

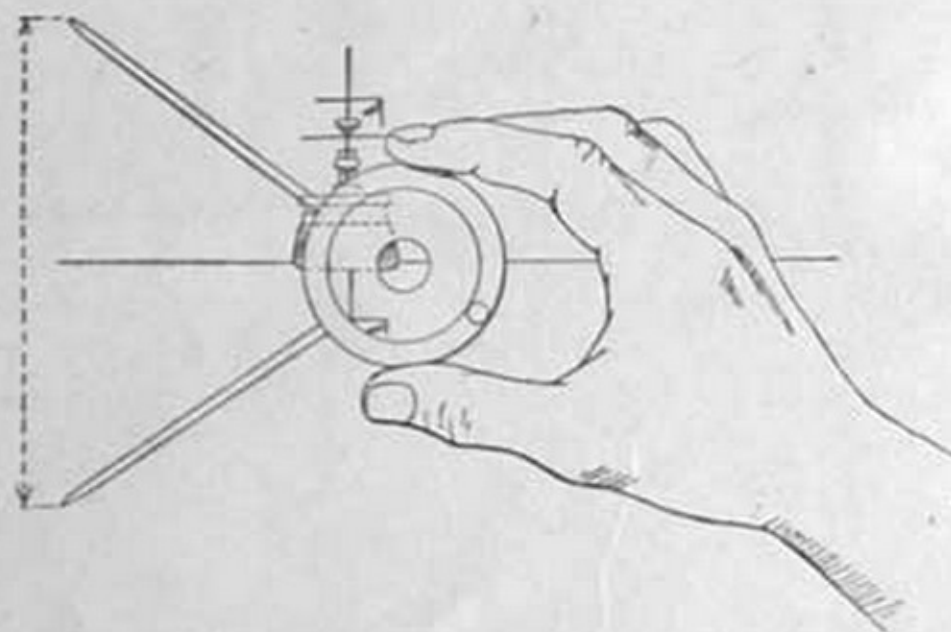
§ 23. Призма Бекера.

Прибор состоит из двух стеклянных призм, заключенных в круглые медные оправы, из которых каждая имеет железную ножку около 7 сантиметров длиною. В центре призм сделано круглое сквозное отверстие. Обе призмы имеют в сечении форму прямоугольного треугольника, при чем поставлены они так, что большие катеты их почти что соприкасаются; каждая призма может вращаться отдельно со своей оправой, вокруг мысленной оси, проходящей через центры круглых отверстий, но в то же время оставаясь все время в сцеплении с другой призмой. Если повернем призмы так, что основания их будут в одну сторону, то тогда как-бы образуется одна призма с преломляющим углом, равным сумме преломляющих углов обеих призм вместе, а так как угол отклонения каждого клина $3\frac{1}{2}^{\circ}$, то угол отклонения всей призмы будет тогда 7° .

Если развернуть призмы на 180° друг относительно друга, то основания их будут в разные стороны, а так как обе призмы одинаковые, то они образуют плоско-параллельную пластину и угол отклонения луча будет тогда нуль.

Промежуточным положениям призм будут соответствовать различные отклонения луча от 0° до 7° , так как при вращении призм будем получать такой-же результат, как будто-бы была одна призма с изменяющимся преломляющим углом от нуля до некоторой максимальной величины.

Для отсчитывания величины угла отклонения на медной оправе одной из призм нанесен индекс, а на оправе другой — деления от 0° до 7° ; но так как величина отклонения луча пропорциональна синусу



Черт. 92.

угла между призмами, то и величина делений шкалы не может быть равномерной; деления на шкале нанесены с точностью до $10'$, но на глаз их можно взять до $2'$, если же нужно взять отсчет до $1'$, то пользуются масштабной линейкой, приложив к ней заостренные ножки оправ призм, раздвинутые при вращении призм во время измерения угла.

При пользовании призмой Бекера нужно подвести вращением призм верхнюю точку вертикального предмета, видимого через призму, к нижней точке того же предмета, видимого одновременно и тем же глазом через отверстие в призмах; прочтя на обойме отсчет величины угла отклонения (равный, очевидно, углу, под которым этот предмет будет виден с этого расстояния), нужно идти в таблицу, из которой, по известной высоте предмета и измеренному углу, получим искомое расстояние.

Конечно, при работе надо помнить, что призму следует держать таким образом, чтобы, во-первых, каждый раз получался бы действительно наименьший угол отклонения луча, в противном случае отсчеты будут не верны, и во-вторых, чтобы отклонение происходило в плоскости измеряемого треугольника, т. е. чтобы отклоненное призмой изображение отходило от прямолинейного по вертикали. Чтобы выпол-

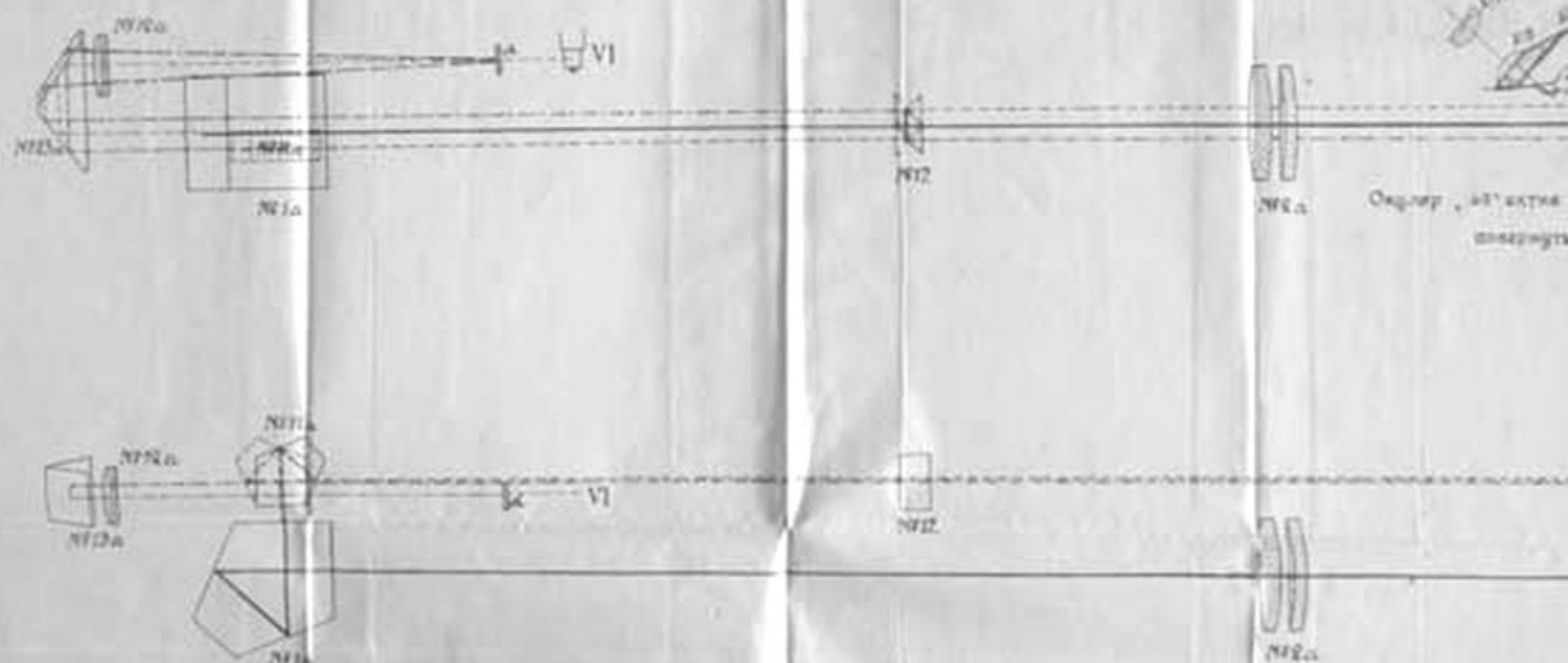
нить первое условие покачивают призму по направлению к базе и выбирают то ее положение, при котором отклонение получается наименьшим; чтобы выполнить второе условие, нужно при разворачивании призм равномерно раздвигать ножки от горизонтального положения, т. е. насколько одну двигать вверх, настолько же другую вниз (черт. 92), вращая в тоже время потихоньку всю призму вокруг оси — направление на базу так, чтобы отклоненное призмой изображение предмета отходило от прямолинейного по вертикали.

Призмой Бекера можно пользоваться, как и призмой Беля, для точного удержания места корабля в строю, для чего нужно посмотреть в таблице какой угол будет соответствовать высоте предмета, по которому будут держать заданное расстояние (1, 2... кабельтова), раздвинуть призмы на этот угол, зажать стопор и пользоваться ею, как было описано выше у призмы Беля. (См. таблицу на стр. 120).

Преимущество призмы Бекера перед призмой Беля то, что для нее годятся любые два предмета, находящиеся на одной вертикали, в то время как для призмы Беля нужно выбирать такие предметы, расстояние между которыми является кратным 16.

Высота в фу- тах.	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Углы.															
1°	1,90	2,86	3,82	4,74	5,72	6,68	7,60	8,56	9,54	10,50	11,46	12,40	13,36	14,30	15,28
10'	1,65	2,46	3,30	4,08	4,92	5,73	6,56	7,35	8,19	9,00	9,81	10,62	11,46	12,27	13,12
20'	1,44	2,16	2,88	3,57	4,30	5,00	5,76	6,45	7,17	7,86	8,58	9,30	10,00	10,74	11,50
30'	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,08	5,72	6,36	7,00	7,63	8,27	8,90	9,53	10,16
40'	1,14	1,71	2,28	2,85	3,42	4,00	4,56	5,16	5,73	6,30	6,87	7,44	8,00	8,58	9,12
50'	1,04	1,56	2,08	2,58	3,12	3,63	4,16	4,68	5,19	5,70	6,24	6,75	7,26	7,77	8,33
2°	0,95	1,43	1,91	2,37	2,86	3,34	3,80	4,28	4,77	5,25	5,73	6,20	6,68	7,15	7,64
10'	0,87	1,32	1,74	2,19	2,64	3,09	3,48	3,96	4,41	4,83	5,28	5,73	6,18	6,60	7,06
20'	0,81	1,24	1,62	2,04	2,46	2,86	3,24	3,67	4,10	4,50	4,90	5,31	5,73	6,14	6,58
30'	0,76	1,15	1,53	1,91	2,29	2,67	3,05	3,44	3,82	4,20	4,58	4,96	5,34	5,72	6,10
40'	0,72	1,08	1,44	1,78	2,15	2,50	2,88	3,22	3,58	3,93	4,26	4,65	5,00	5,37	5,76
50'	0,68	1,01	1,36	1,69	2,02	2,37	2,72	3,03	3,38	3,72	4,04	4,39	4,72	5,05	5,44
3°	0,64	0,95	1,27	1,59	1,91	2,23	2,54	2,86	3,18	3,50	3,82	4,13	4,45	4,77	5,09
10'	0,61	0,90	1,22	1,50	1,80	2,11	2,44	2,70	3,00	3,30	3,61	3,91	4,22	4,52	4,84
20'	0,57	0,85	1,14	1,42	1,71	2,00	2,28	2,58	2,86	3,15	3,43	3,77	4,00	4,29	4,60
30'	0,55	0,82	1,09	1,36	1,64	1,91	2,18	2,45	2,73	3,00	3,27	3,54	3,82	4,09	4,38
40'	0,52	0,78	1,04	1,29	1,56	1,81	2,08	2,34	2,60	2,85	3,12	3,37	3,63	3,88	4,15
50'	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
4°	0,48	0,72	0,95	1,19	1,43	1,67	1,91	2,15	2,39	2,62	2,86	3,10	3,34	3,58	3,82
10'	0,46	0,69	0,92	1,14	1,37	1,60	1,84	2,06	2,28	2,51	2,74	2,97	3,20	3,44	3,68
20'	0,44	0,66	0,87	1,10	1,32	1,55	1,76	1,98	2,20	2,42	2,64	2,86	3,08	3,30	3,52
30'	0,42	0,64	0,85	1,06	1,27	1,48	1,69	1,90	2,11	2,32	2,54	2,76	2,97	3,18	3,39
40'	0,40	0,62	0,80	1,02	1,23	1,43	1,60	1,83	2,05	2,25	2,45	2,65	2,86	3,07	3,28
50'	0,39	0,59	0,78	0,98	1,18	1,37	1,56	1,77	1,96	2,17	2,36	2,55	2,74	2,94	3,14
5°	0,38	0,57	0,76	0,95	1,14	1,33	1,52	1,72	1,91	2,10	2,29	2,48	2,67	2,86	3,05
10'	0,37	0,56	0,74	0,92	1,11	1,29	1,48	1,66	1,85	2,03	2,22	2,40	2,58	2,77	2,96
20'	0,36	0,54	0,72	0,89	1,08	1,25	1,44	1,61	1,79	1,96	2,15	2,32	2,50	2,68	2,86
30'	0,35	0,52	0,69	0,86	1,04	1,21	1,38	1,56	1,73	1,90	2,08	2,25	2,42	2,59	2,77
40'	0,34	0,50	0,68	0,84	1,00	1,18	1,36	1,52	1,68	1,84	2,00	2,18	2,34	2,50	2,67
50'	0,33	0,49	0,66	0,82	0,98	1,15	1,32	1,48	1,63	1,79	1,95	2,12	2,28	2,44	2,60
6°	0,32	0,48	0,63	0,79	0,95	1,11	1,27	1,43	1,59	1,74	1,90	2,06	2,22	2,38	2,54
10'	0,31	0,46	0,62	0,77	0,92	1,08	1,24	1,39	1,52	1,69	1,85	2,00	2,16	2,31	2,47
20'	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80	1,95	2,10	2,25	2,40
30'	0,29	0,44	0,58	0,73	0,88	1,03	1,16	1,32	1,47	1,61	1,76	1,91	2,05	2,20	2,35
40'	0,28	0,43	0,57	0,71	0,85	1,00	1,14	1,29	1,43	1,57	1,71	1,88	2,02	2,16	2,30
50'	0,27	0,42	0,55	0,69	0,83	0,97	1,10	1,25	1,39	1,52	1,66	1,81	1,95	2,09	2,23
7°	0,27	0,41	0,54	0,68	0,81	0,95	1,08	1,22	1,36	1,49	1,63	1,76	1,90	2,03	2,17

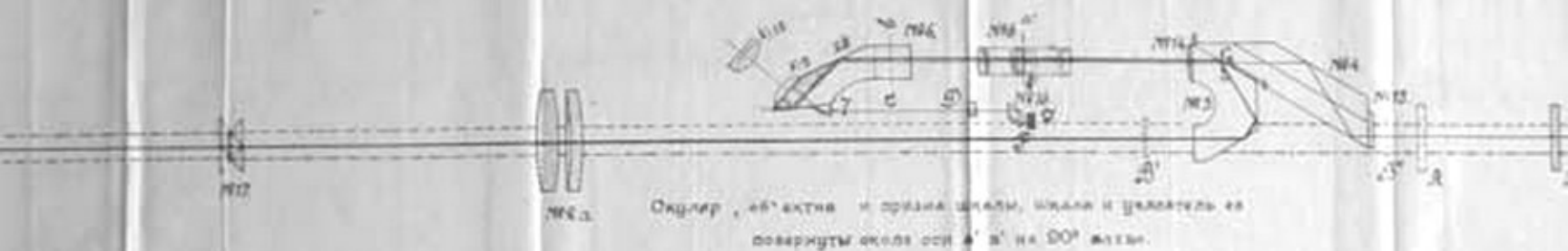
1938



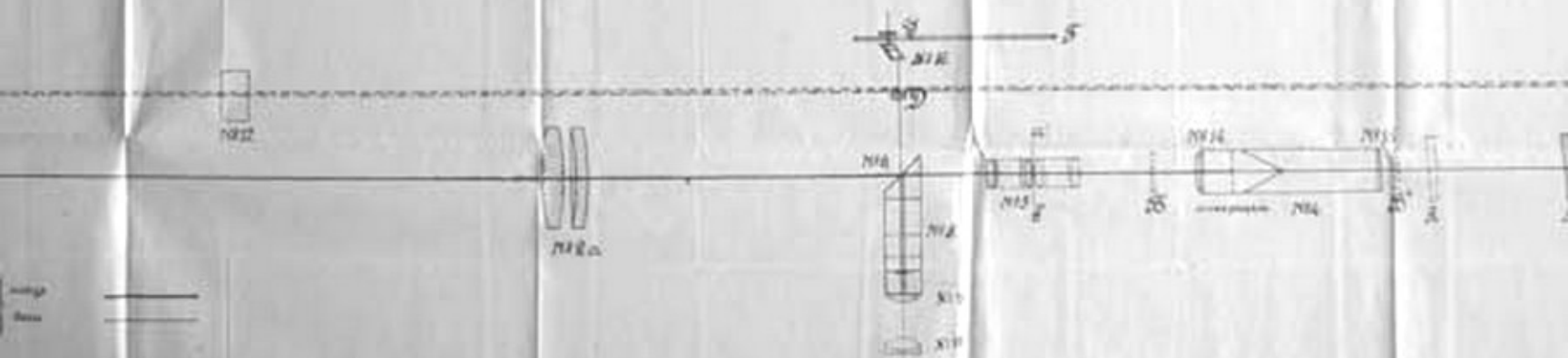
Ход лучей

{	в фокусе	{	в центре	{	лучи	{	_____
	в центре	{	в фокусе		{		лучи
для изображения точки							

Оптическая система дальномера Цейсса, с базой в 5 метров,
с одиночным изображением, обр. Е.

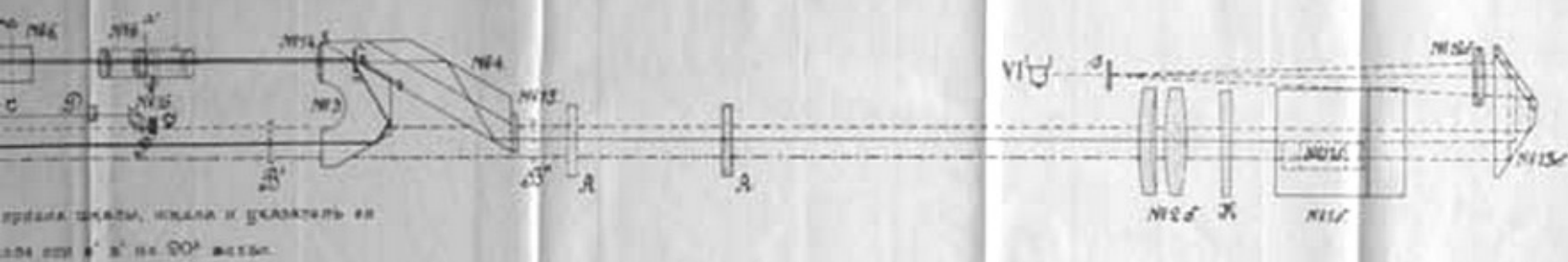


Цепт. I (основной вид)



Черт. II. (План)

Цейсса, с базою в 5 метров.
 ажением, обр. Е.



Черт. I (боковой вид)

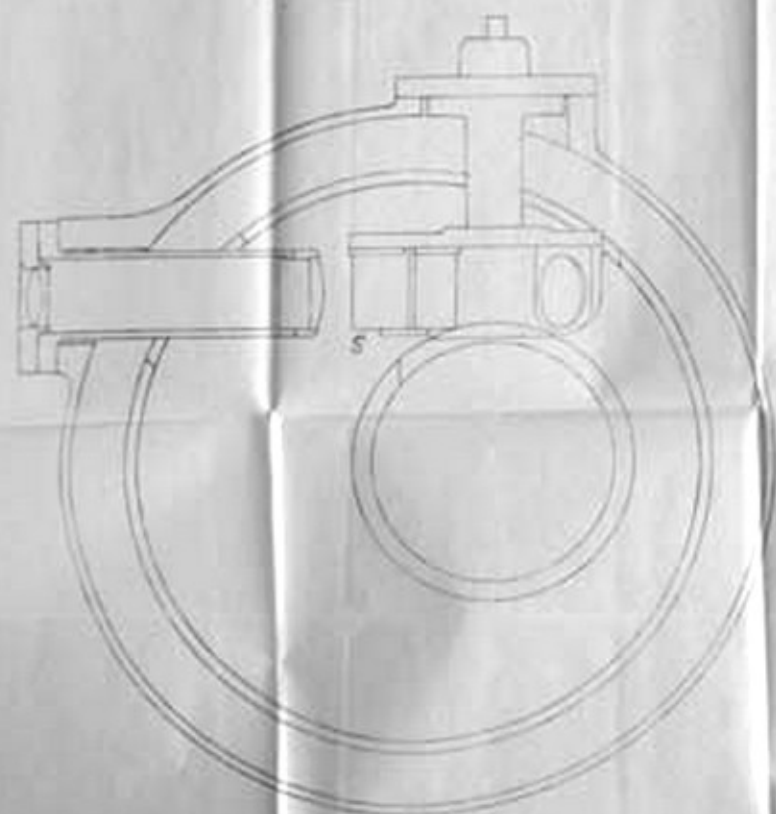


Черт. II (план)

ДАЛЬНОМЕР

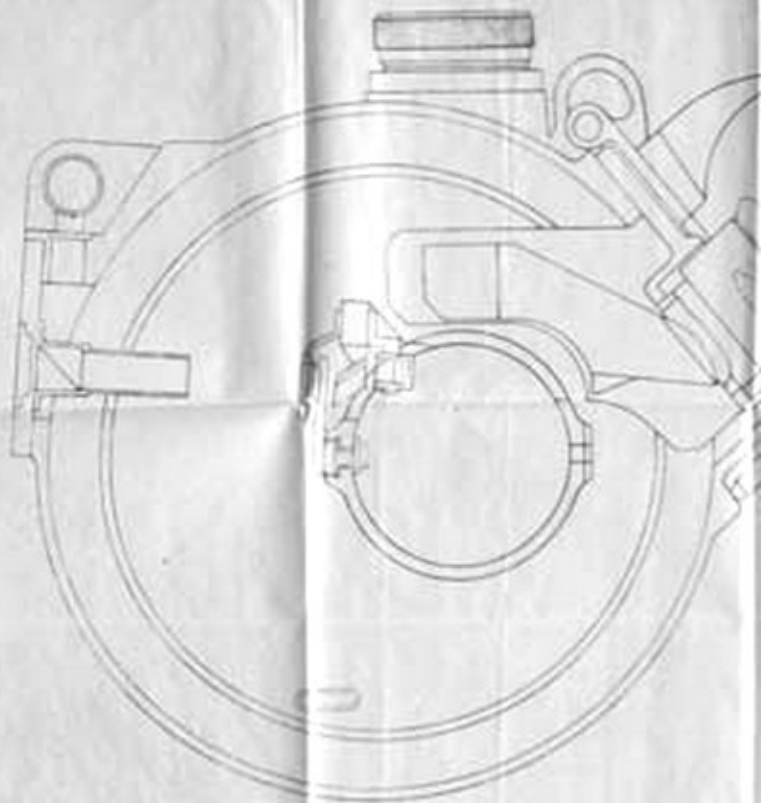
ЦЕЙСА

РАЗРЕЗ ПО А.А.



ЧЕРТ. III

РАЗРЕЗ ПО В.В.



ЧЕРТ. IV

ДАЛЬНОМЕР

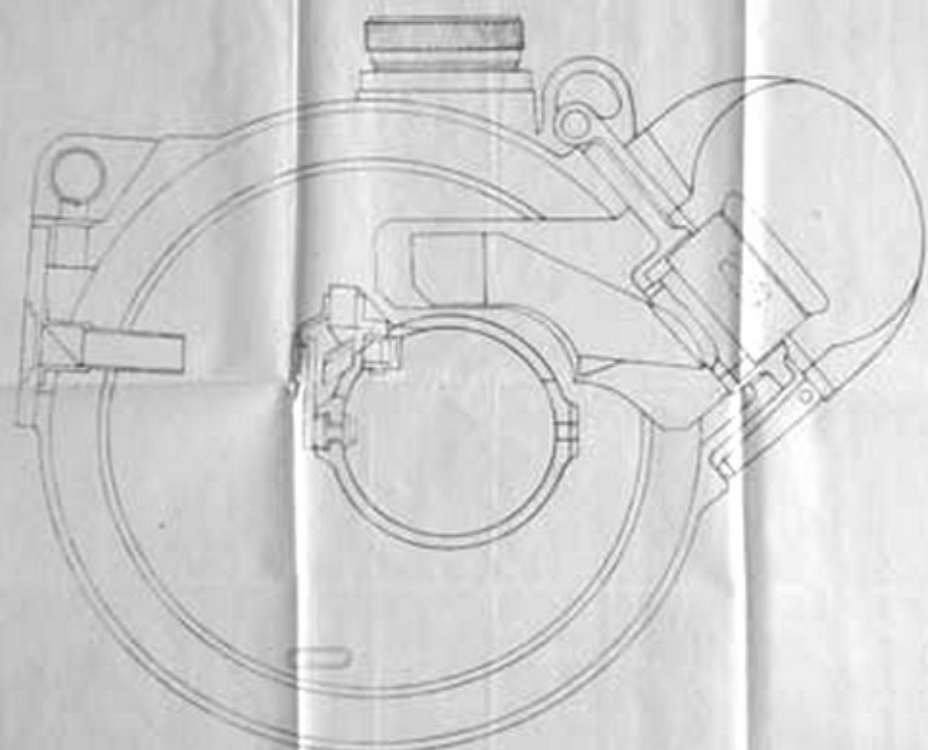
ЦЕИЛА

БАЗА 5 m

по АА

РАЗРЕЗ по В.В.

РАЗРЕ

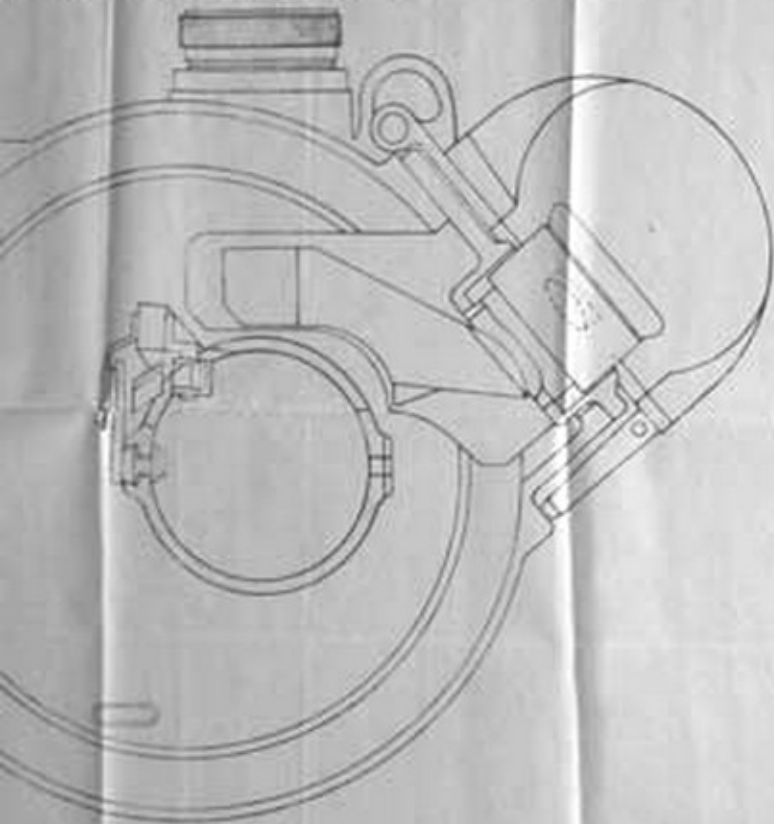


ЧЕРТ. IV

Ч

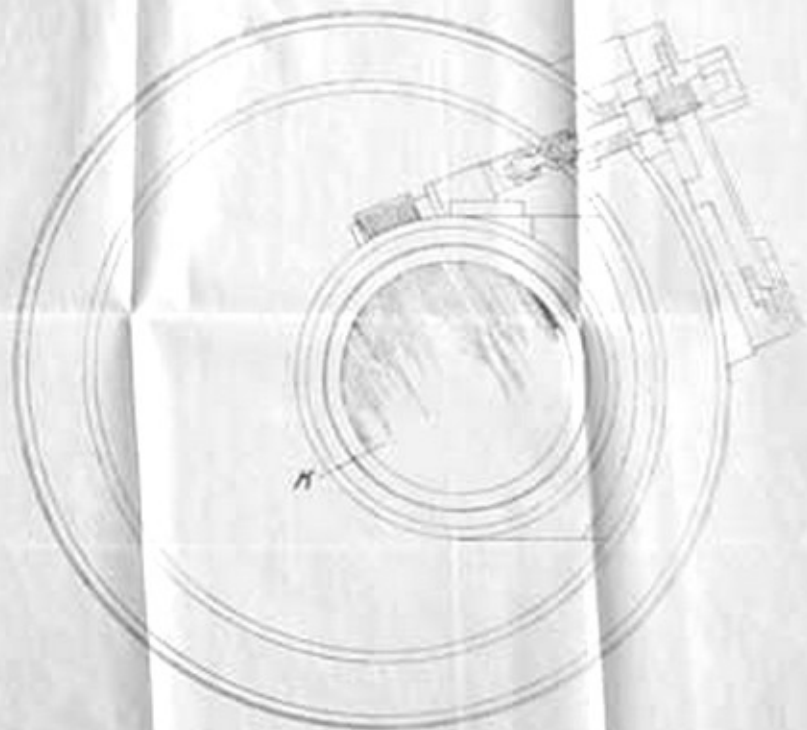
ЕР ЦЕЙСА БАЗА 5 m

РАЗРЕЗ по В.В.

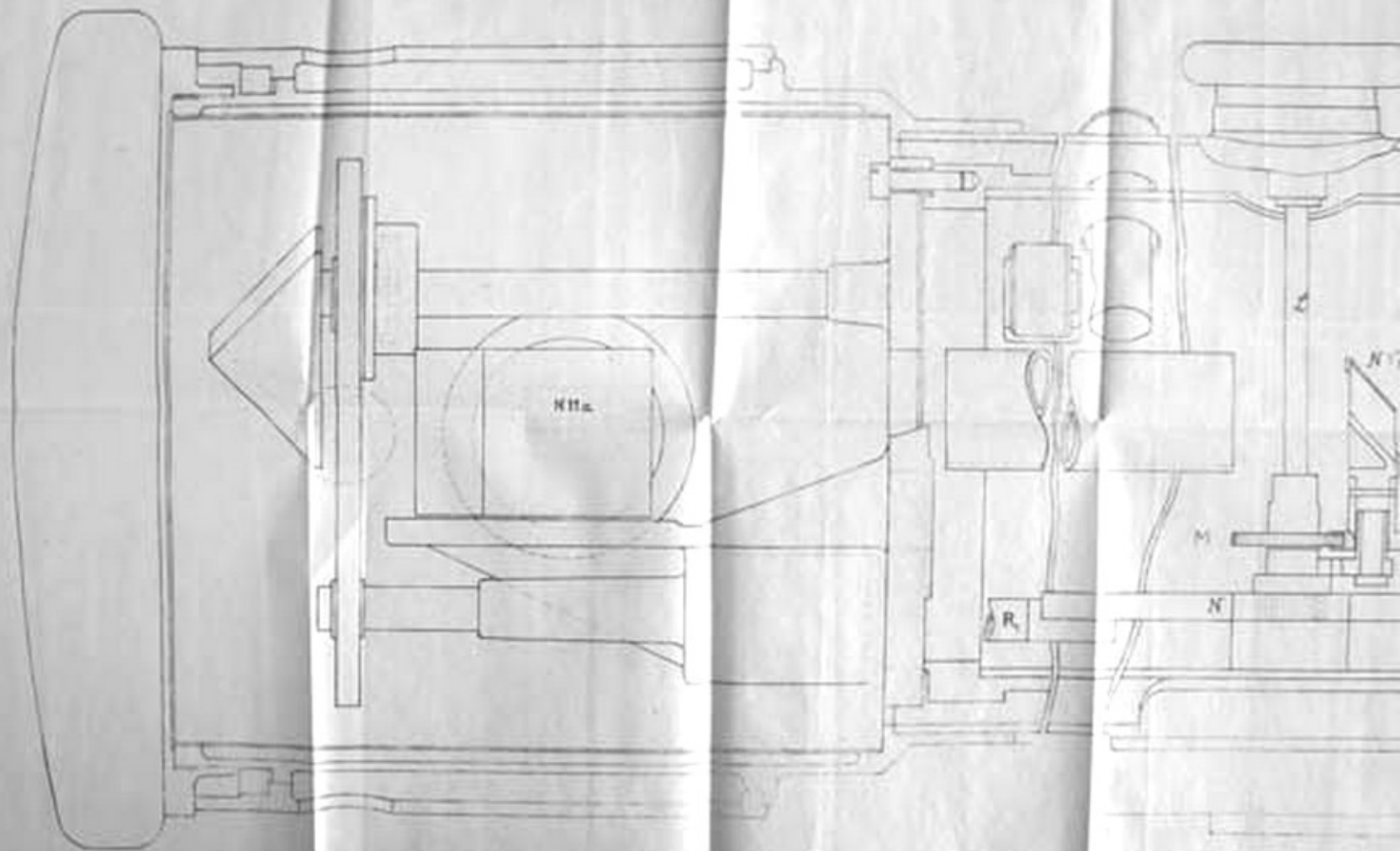


ЧЕРТ. IV

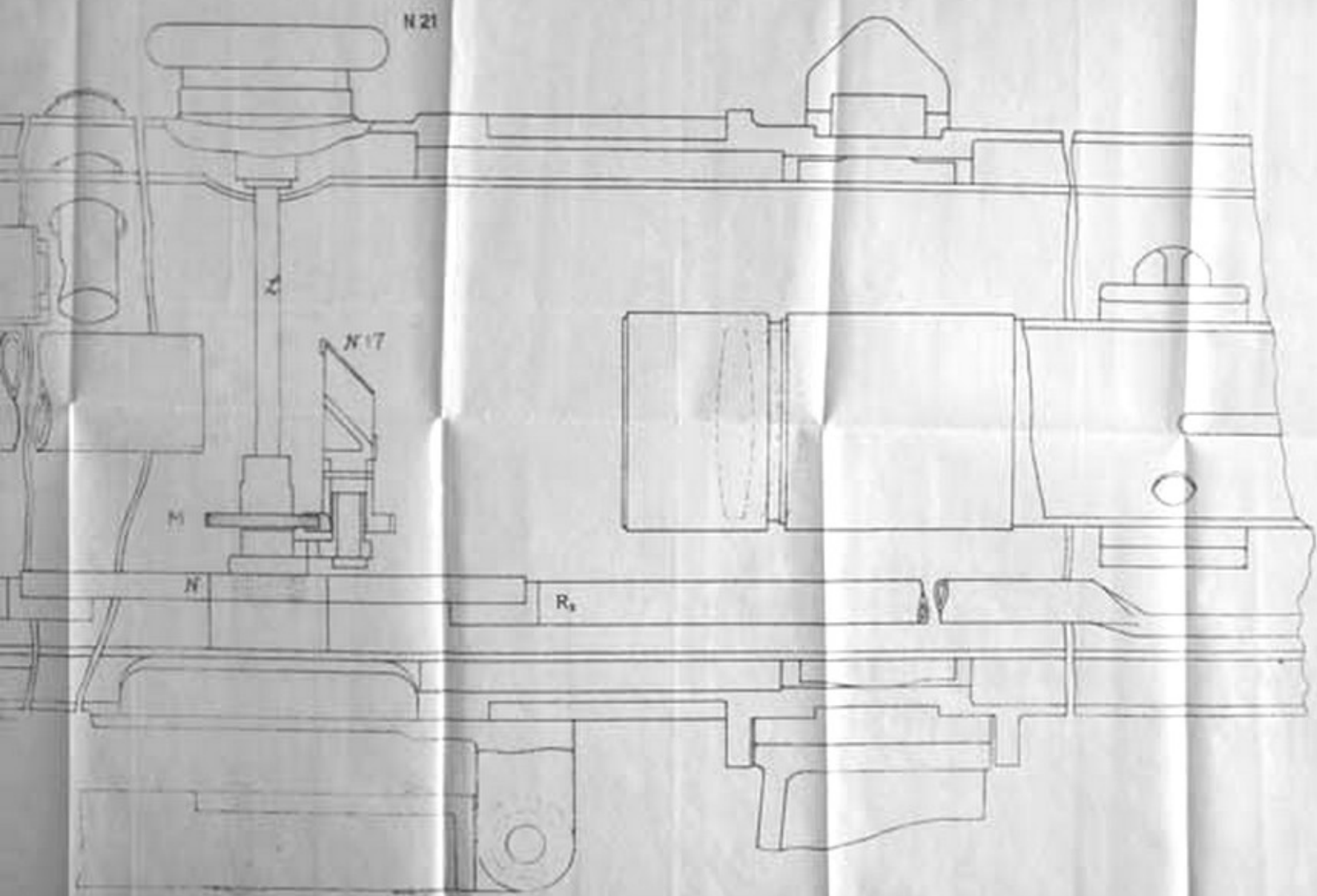
РАЗРЕЗ по D.D.

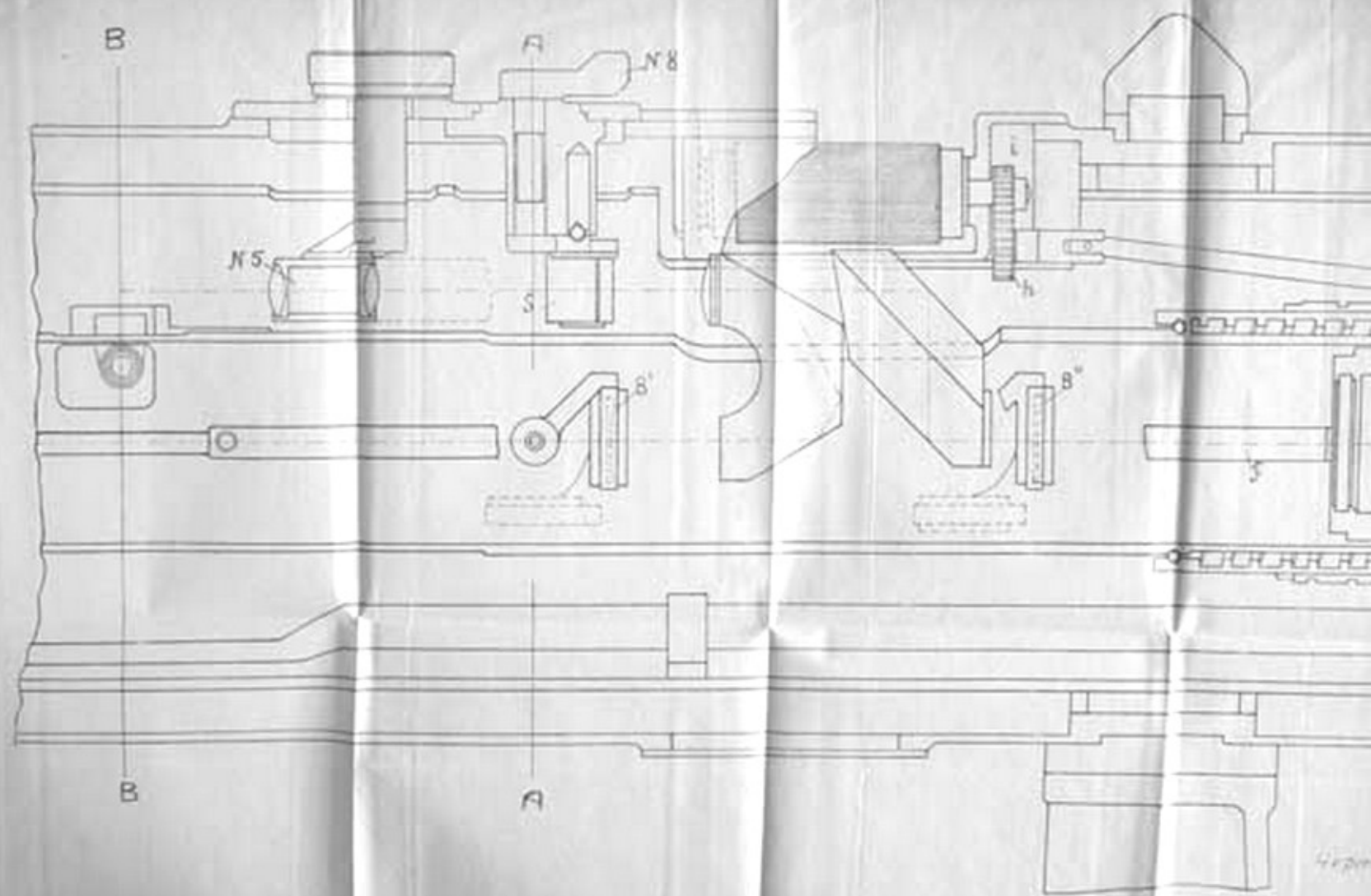


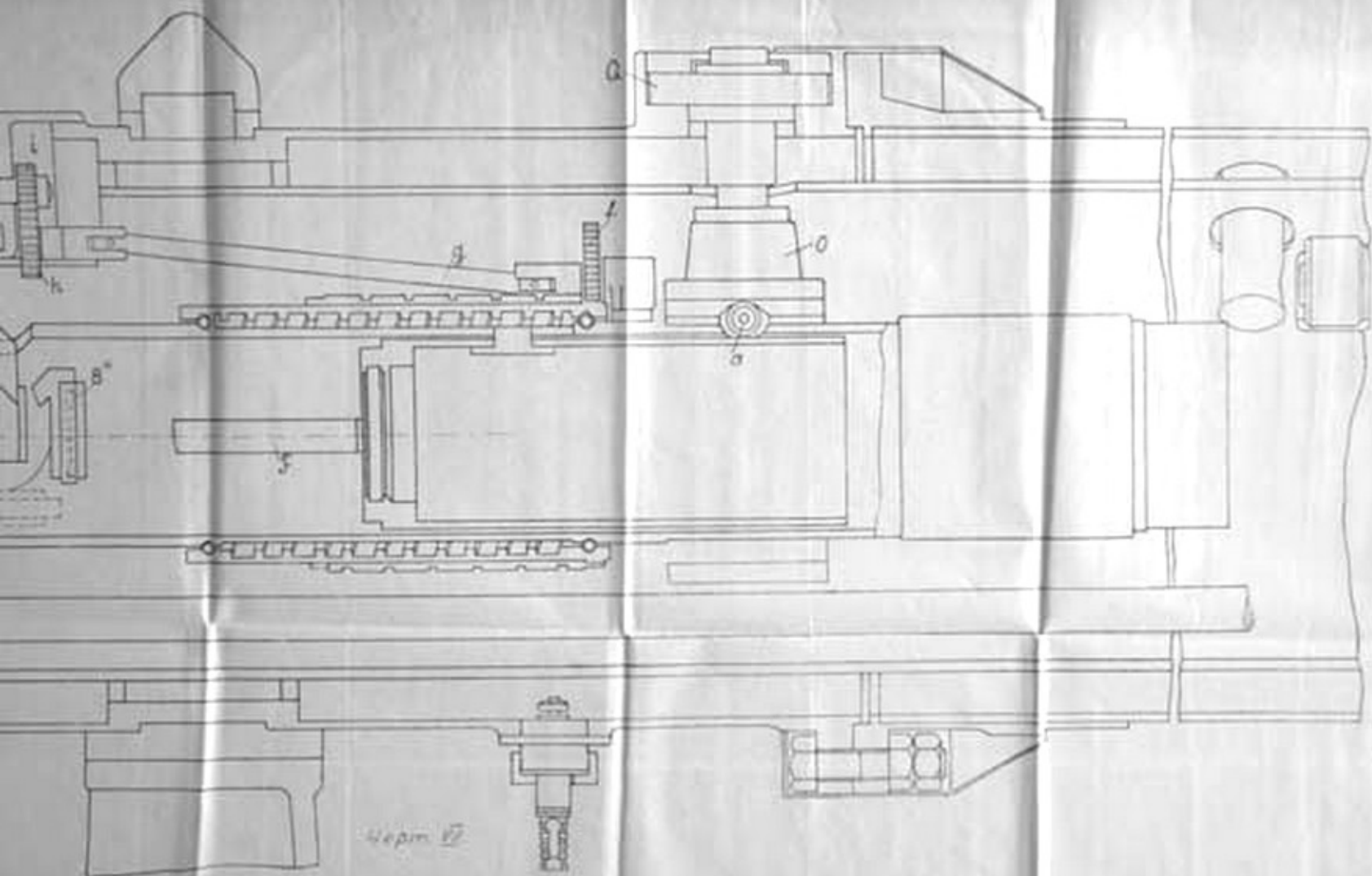
ЧЕРТ. V

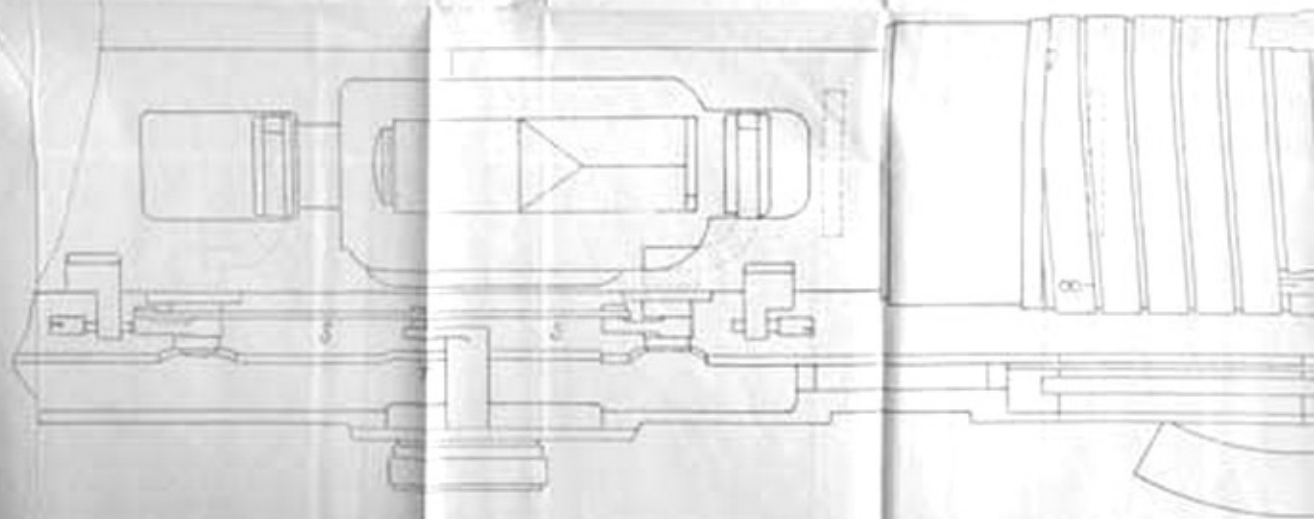


ЧЕРТ. VI

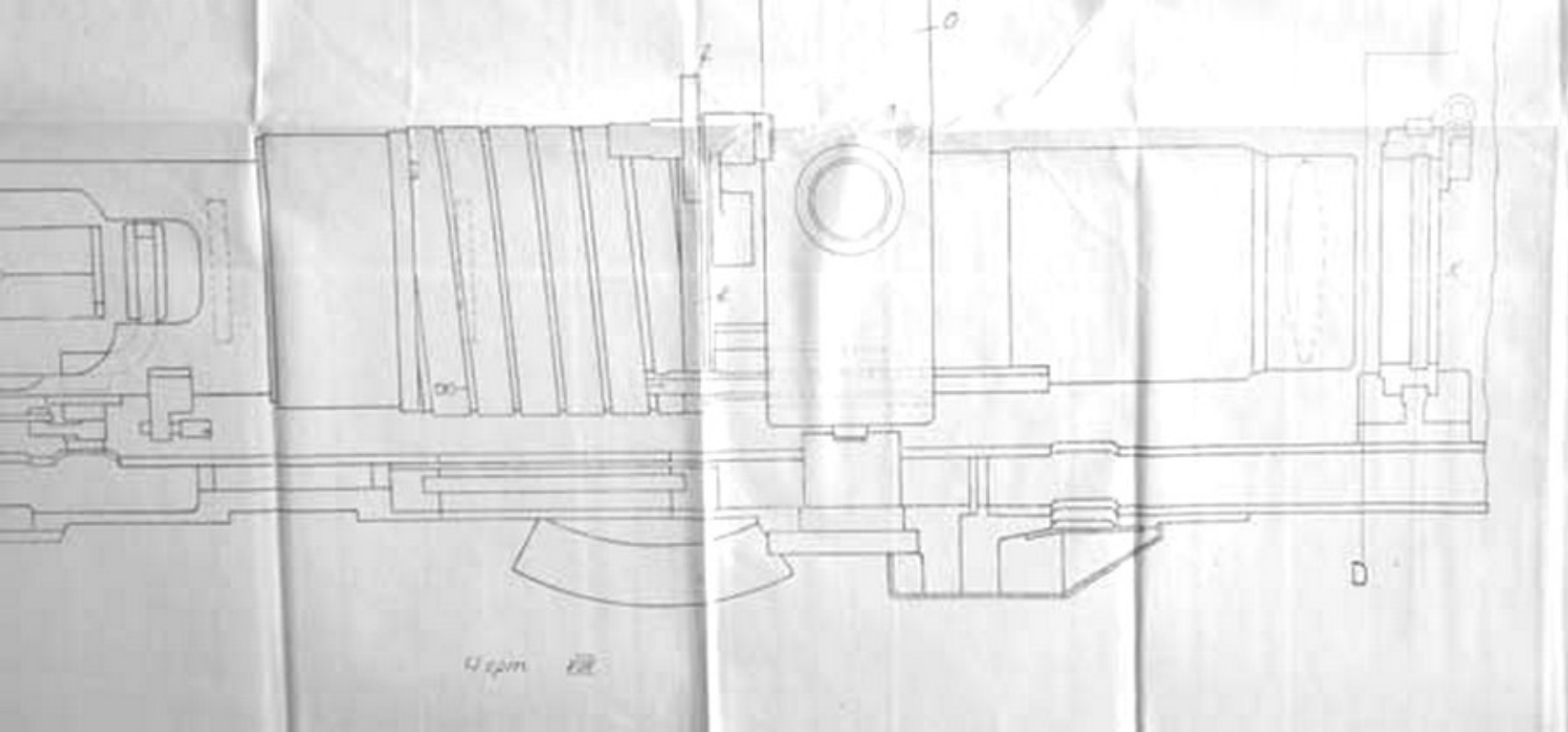




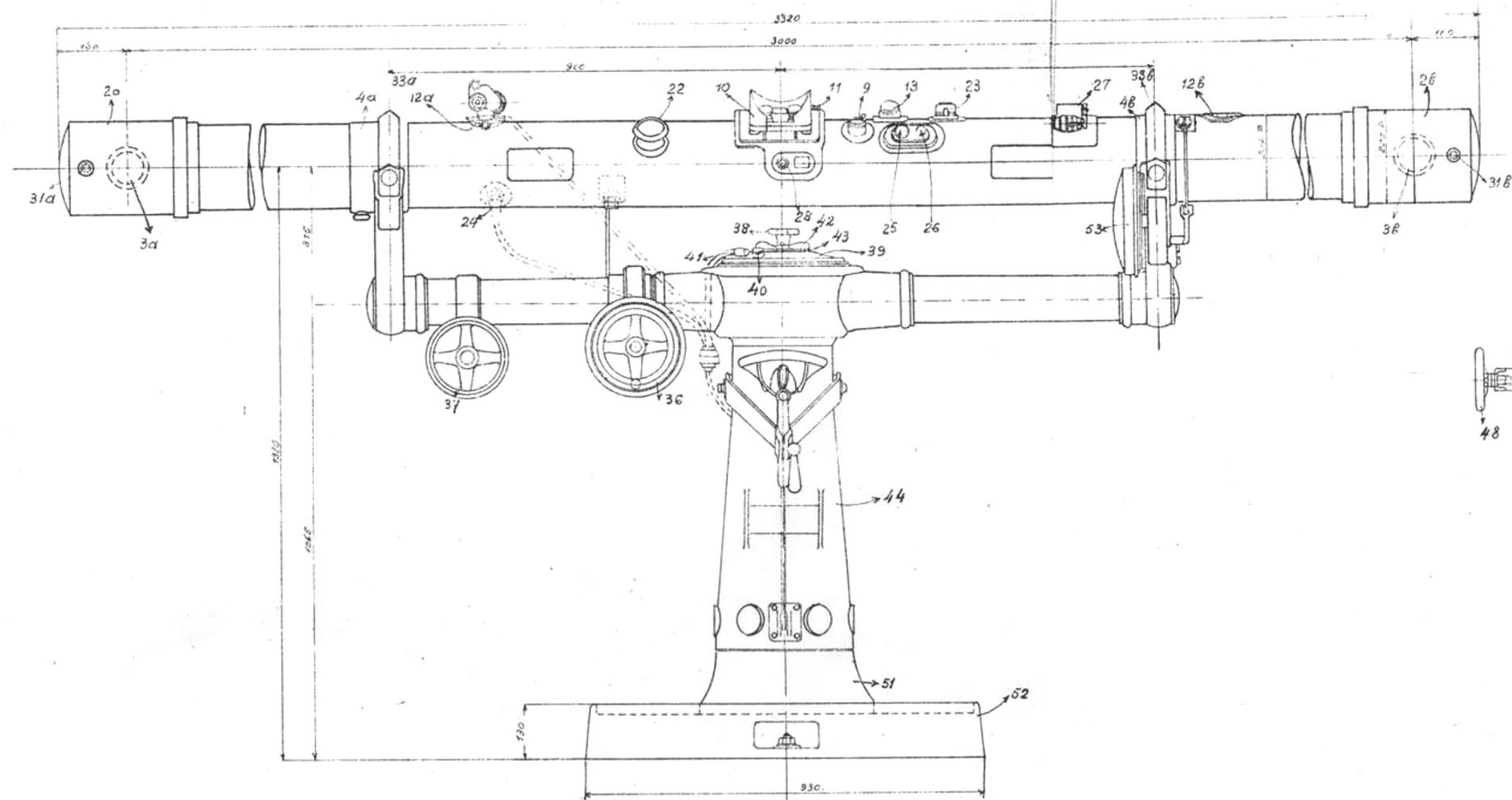




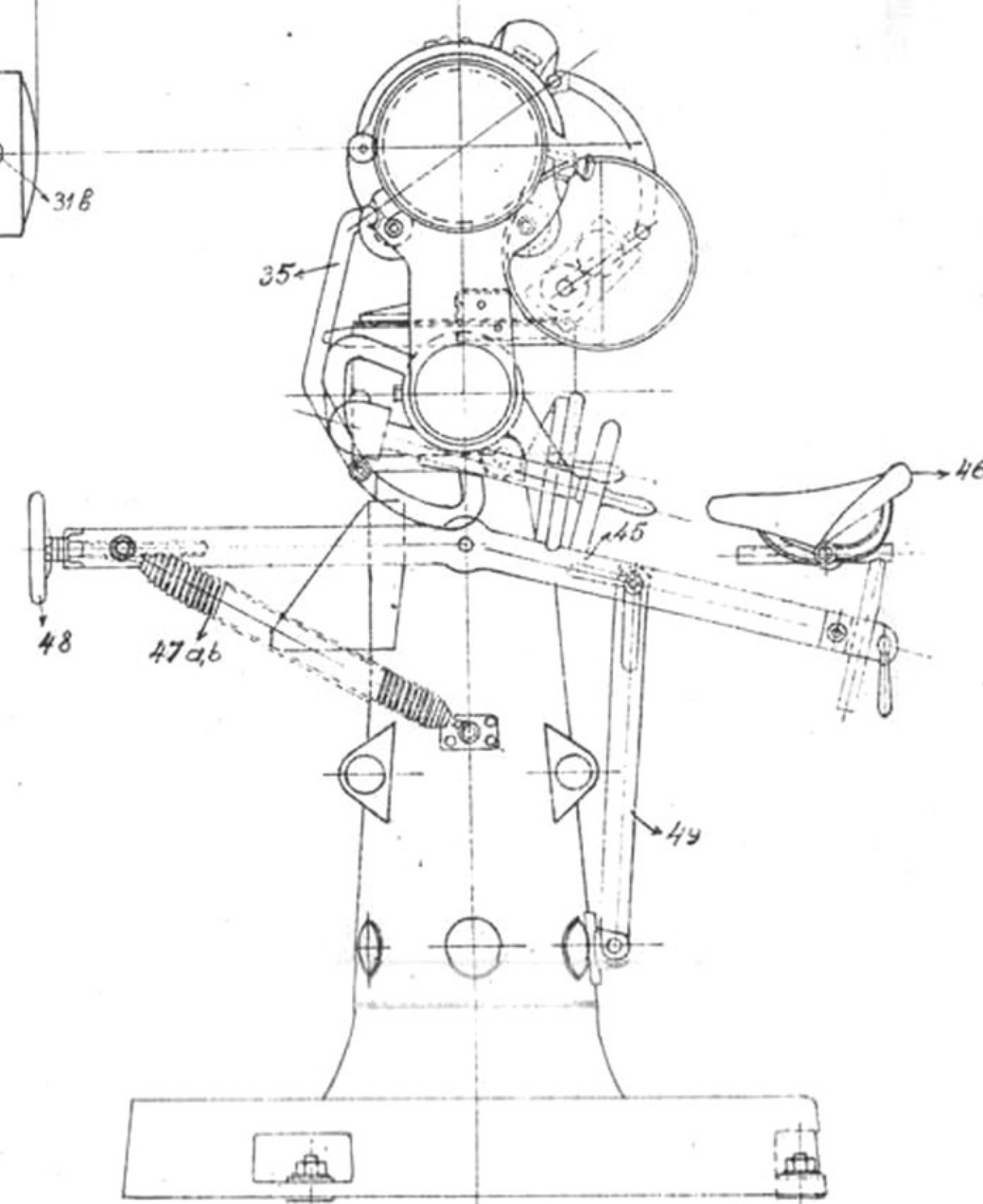
4 cm 1/2



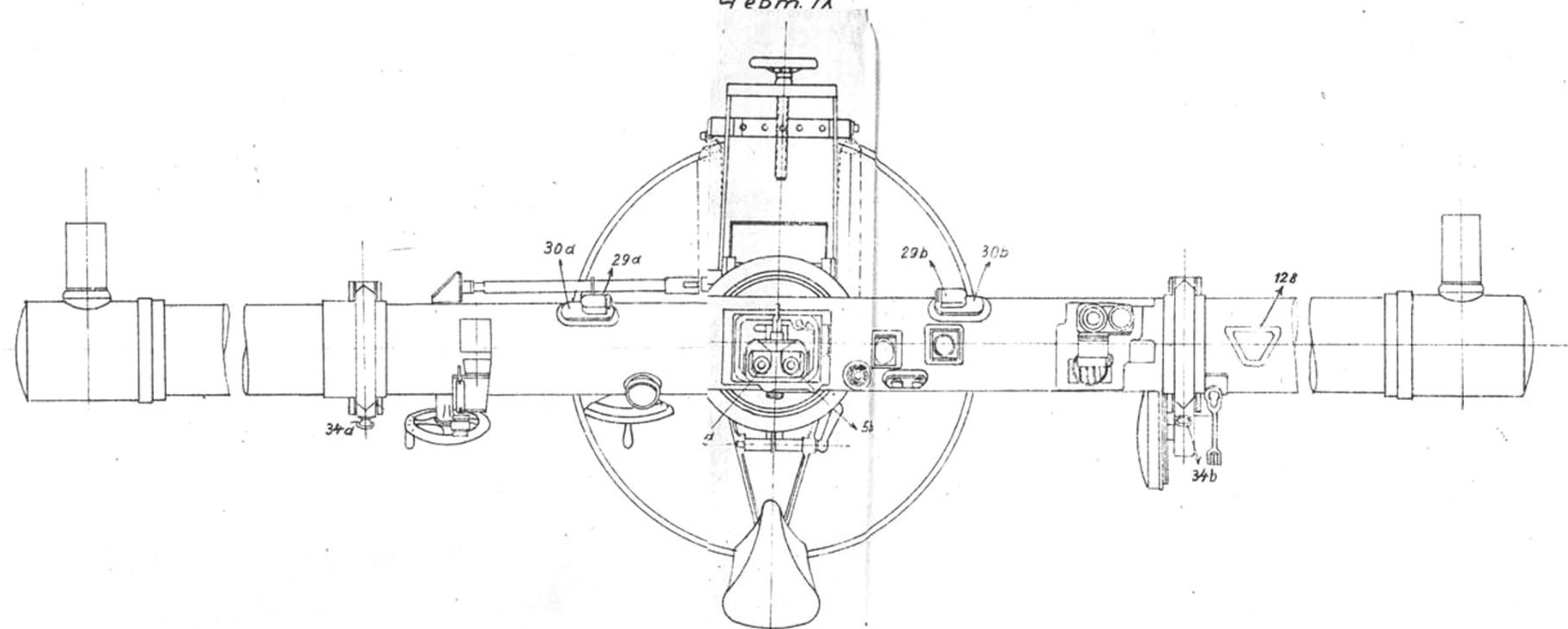
12 pm 12



Черт. IX



Черт. X



Черт. XI