

Федеральное агентство по рыболовству
«БГАРФ» ФГБОУ ВО «КГТУ»
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

ПМ.5 «Основы судовождения»



А.В. Щербина

Калининград
2016 год

=1=

ПМ 5. Основы судовождения Всего 32ч.

- 5.1. Форма и размеры Земли. Географические координаты. 4ч.**
- 5.2. Единицы длины и скорости, принятые в судовождении 2ч.**
- 5.3. Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней 2ч.**
- 5.4. Системы деления горизонта 2ч.**
- 5.5. Понятие о магнитн. поле Земли. Магнитные курсы и пеленги 6ч**
- 5.6. Девиация магнитного компаса. Компасные курсы и пеленги, исправление и перевод 4ч.**
- 5.7. Технические средства судовождения 4ч.**
- 5.8. Основы лоции. Навигационные опасности. Береговые и плавучие средства навигационного оборудования 2ч.**
- 5.9. Гидрометеорология. Гидрометеорологические приборы и инструменты 4ч.**

ШМ.5«Основы судовождения»

Лекция 2

- 1. Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней.** (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)
- 2. Системы деления горизонта.** (румбовая, четвертная и круговая системы, их применение, переход от одной к другой)

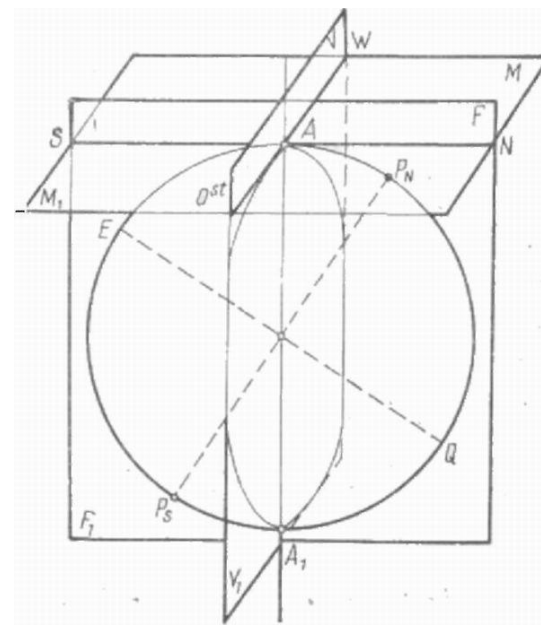
ПМ.5 «Основы судовождения»

1. Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней. (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

Предположим, что наблюдатель находится в точке A . Тогда линия $A-A_1$ будет представлять **отвесную линию**. Все плоскости, проходящие через эту линию, будут называться **вертикальными**, а плоскости, перпендикулярные ей, — **горизонтальными**.

Воображаемая горизонтальная плоскость $M-M_1$, проходящая через глаз наблюдателя, называется **истинным горизонтом наблюдателя, или плоскостью истинного горизонта**.

Горизонтальная плоскость, перпендикулярная направлению отвесной линии и проходящая через место (глаз) наблюдателя называется **плоскостью истинного горизонта наблюдателя**.



ПМ.5 «Основы судовождения»

1. Дальность видимого горизонта и дальность

видимости предметов и огней. (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

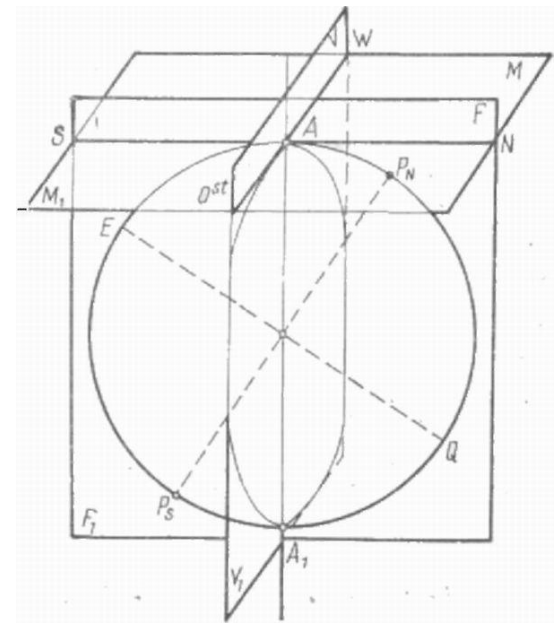
Вертикальная плоскость $F-F_1$, проходящая через место наблюдателя и земную ось $PNPS$, в пересечении с поверхностью Земли отметит большой круг $PnQP_sEA$, называемый меридианом наблюдателя.

а сама плоскость называется плоскостью истинного меридиана.

Плоскость истинного меридиана в пересечении с плоскостью истинного горизонта MM_1 дает прямую линию $N-S$, называемую линией истинного меридиана. Ее также называют линией норда — зюйда.

Вертикальная плоскость $V-V_1$, перпендикулярная плоскости истинного меридиана места $F-F_1$ и проходящая через место наблюдателя, называется плоскостью первого вертикала.

Плоскость первого вертикала в пересечении с плоскостью истинного горизонта образует прямую EW , называемую линией иста-веста.



ПМ.5 «Основы судовождения»

1. Дальность видимого горизонта и дальность

видимости предметов и огней. (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

Наблюдатель, находясь в море, всегда видит вокруг себя определенный участок земной поверхности, в центре которого находится он сам.

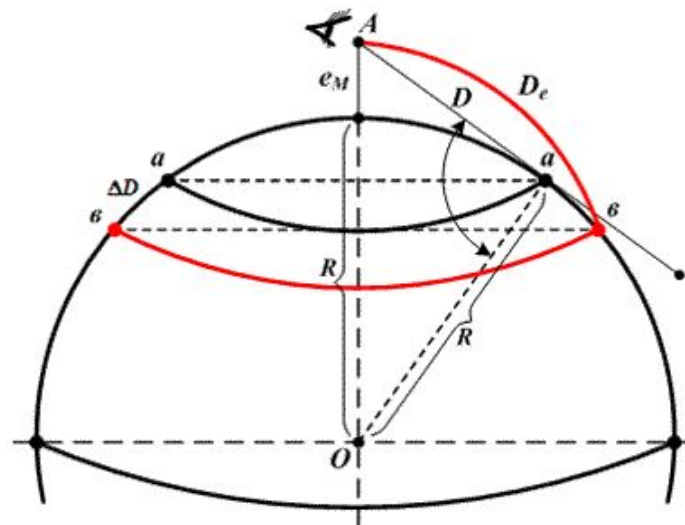
Этот участок принято называть **кругозором наблюдателя**.

Границей кругозора наблюдателя является линия, по которой небосвод как бы соприкасается с морем; называется она **линией видимого горизонта**.

С увеличением высоты глаза наблюдателя его кругозор расширяется, линия видимого горизонта отодвигается от наблюдателя, дальность видимого горизонта увеличивается.

Наблюдаемая в море линия, по которой море как бы соединяется с небосводом, называется **видимым горизонтом наблюдателя**.

Если глаз наблюдателя находится на высоте e над уровнем моря (т. А рис. Дальность видимости горизонта), то луч зрения идущий по касательной к земной поверхности, определяет на земной поверхности малый круг $a-a$, радиуса D (дальность видимости горизонта).



Это было бы верно, если бы Землю не окружала атмосфера...

ПМ.5«Основы судовождения»

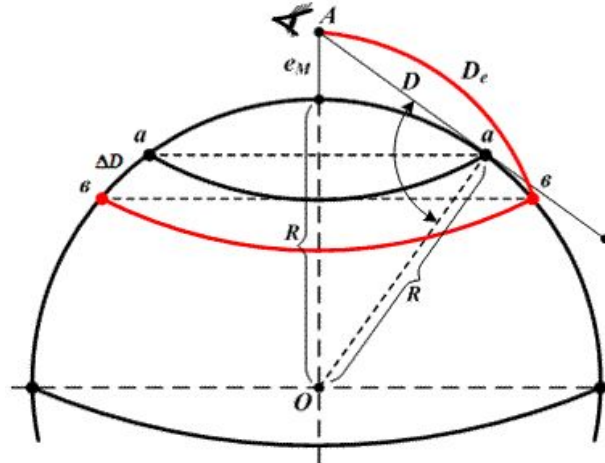
1. Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней. (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

Если принять Землю за шар и исключить влияние атмосферы то, из прямоугольного треугольника $O-A-a$ следует: $OA = R+e$ (R – радиус Земного шара).

$$D^2 = (e + R)^2 - R^2 = e^2 + 2e \cdot R + R^2 - R^2 = e^2 + 2e \cdot R = 2eR \left(\frac{e}{2R} + 1 \right)$$

Так как величина $\frac{e}{2R}$ чрезвычайно мала (для $e = 50\text{м}$ при $R = 6371\text{км} = 0,000004$), то окончательно имеем: дальность видимости горизонта в морских милях

$$D = \sqrt{2Re}$$



$$D = \sqrt{2Re}$$

1. Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней. (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

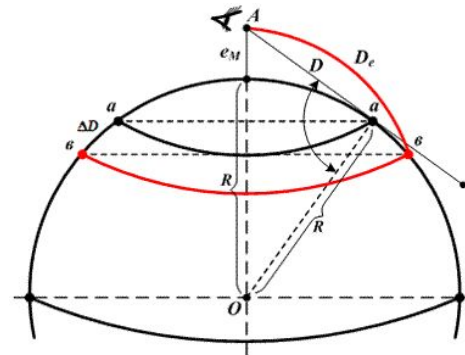
Под действием земной рефракции, в результате преломления зрительного луча в атмосфере, наблюдатель видит горизонт дальше (по кругу В-В).

$$D_e = D + \Delta D = \sqrt{2Re} + \frac{x}{2} \sqrt{2Re}$$

где x – коэффициент земной рефракции ($\approx 0,16$).

Если принять дальность видимого горизонта D_e в милях, а высоту глаза наблюдателя над уровнем моря (e_M) в метрах и подставить значение радиуса Земли ($R=3437,7$ мили = 6371 км), то окончательно получим формулу для расчета дальности видимого горизонта:

$$D_{e \text{ (мили)}} = 2,08 \cdot \sqrt{e_M}$$



ПМ.5 «Основы судовождения»

1. **Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней.** (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

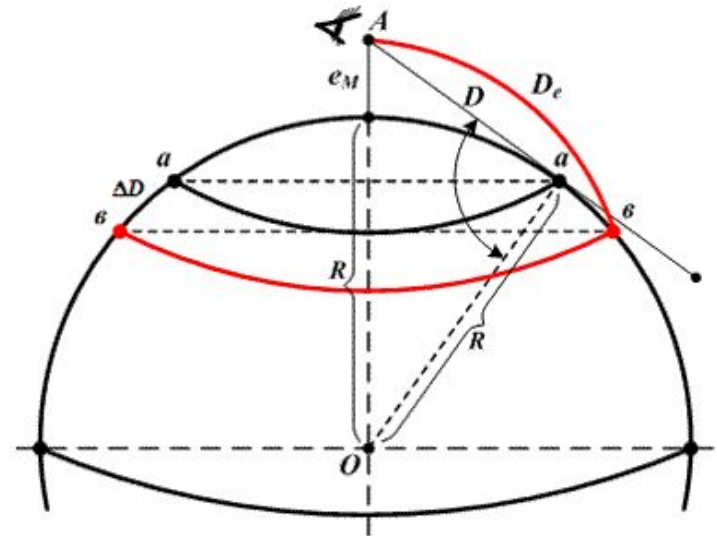
$$D_e (\text{миль}) = 2,08 \cdot \sqrt{e_M}$$

По этой формуле составлена таблица № 22 «МТ-75» (с. 248) и таблица № 2.1 «МТ-2000» (с. 255) по (e_M) от 0,25 м ÷ 5100 м.

Высоту глаза наблюдателя в метрах над уровнем моря определяют по формуле:

$$e (m) = Ноп - Тср + 1,8,$$

где **Ноп** – высота палубы ходового мостика над основной плоскостью судна в метрах;
Тср – средняя осадка судна в метрах;
1.8 – средний рост человека в метрах.



ПМ.5 «Основы судовождения»

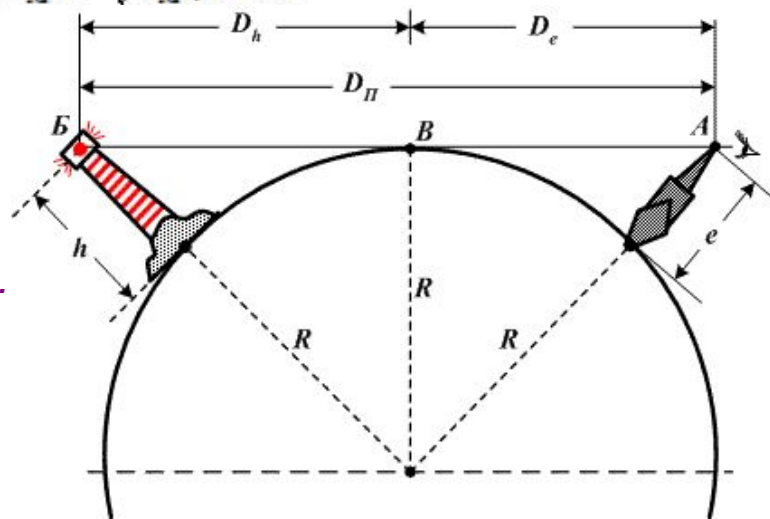
1. Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней. (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

Если наблюдатель, высота глаза которого находится на высоте e_M над уровнем моря (т. А рис. Дальность видимости ориентиров в море), наблюдает линию горизонта (т. В) на расстоянии D_e (миль), то, по аналогии, и с ориентира (т. Б), высота которого над уровнем моря h_M , видимый горизонт (т. В) наблюдается на расстоянии D_h (миль). Из рисунка очевидно, что дальность видимости предмета (ориентира), имеющего высоту над уровнем моря h_M , с высоты глаза наблюдателя над уровнем моря e_M будет выражаться формулой:

$$D_{\Pi} = D_e + D_h = 2,08 \cdot \sqrt{e_M} + 2,08 \cdot \sqrt{h_M} = 2,08 \cdot (\sqrt{e_M} + \sqrt{h_M}), \text{ т.е.:}$$

$$D_{\Pi(\text{миль})} = 2,08 \cdot (\sqrt{e_M} + \sqrt{h_M})$$

Дальность видимости, рассчитанная по этой формуле называется географической дальностью видимости. По этой формуле рассчитана таблица 2.3. «МТ-2000».



ШМ.5 «Основы судовождения»

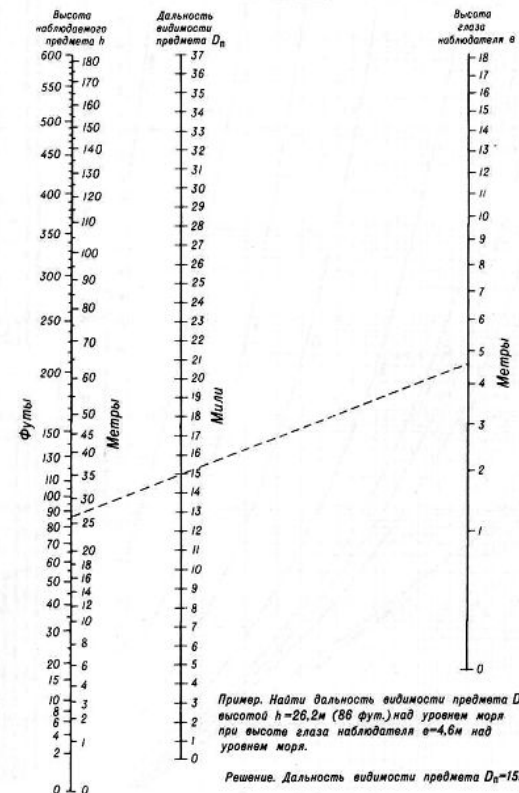
1. Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней. (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

Географическую дальность видимости предметов

также можно определить с помощью номограммы Струйского, соединив значения высоты глаза наблюдателя (правая шкала) и значения высоты объекта (левая шкала). На пересечении этой линии со средней шкалой получаем значение географической дальности видимости в морских милях.

Высоту объекта выбираем из руководства «Огни и знаки».

Номограмма 2.4. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ДАЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ ПРЕДМЕТОВ



ШМ.5 «Основы судовождения»

1. **Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней.** (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

В ночное время дальность видимости маячных огней определяется оптической дальностью видимости.

Оптическая дальность видимости огня зависит от силы источника света, от свойств оптической системы маяка, прозрачности атмосферы и от высоты установки огня.

Оптическая дальность видимости может быть больше или меньше дневной видимости одного и того же маяка или огня; эта дальность определяется экспериментальным путем из многократных наблюдений. Оптическая дальность видимости маяков и огней подбирается для ясной погоды.

Обычно светооптические системы подбирают так, чтобы оптическая и дневная географическая дальности видимости были одинаковыми. Если эти дальности отличаются одна от другой, то на карте указывается меньшая из них.

Номинальной дальностью видимости огня называют оптическую дальность видимости при метеорологической дальности видимости 10 миль ($0,74 = \tau$).

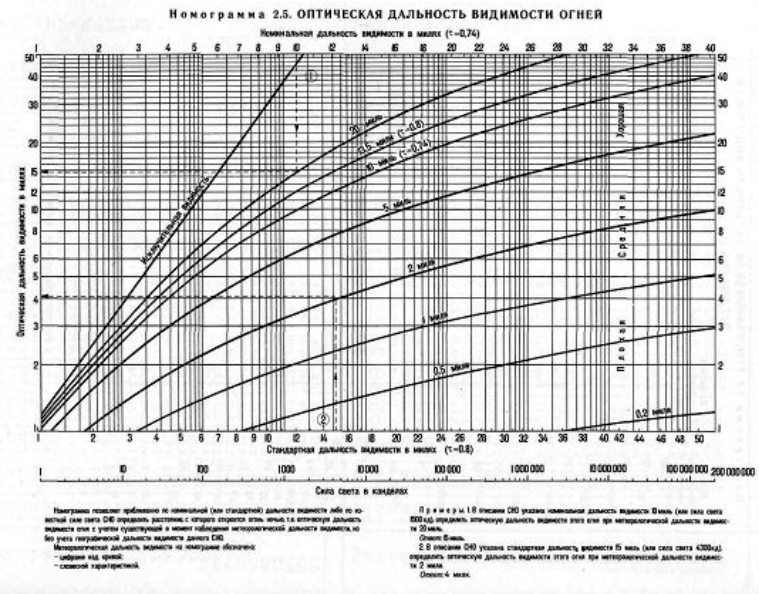
Термин рекомендован Международной ассоциацией маячных служб (МАМС) и применяется за рубежом. На отечественных картах и в руководствах для плавания указывают стандартную дальность видимости (если она меньше географической).

ПМ.5 «Основы судовождения»

1. Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней. (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

Стандартная дальность видимости — это оптическая дальность при метеорологической видимости 13,5 мили (0,80 = τ).

В навигационных пособиях «Огни», «Огня и знаки» имеются таблицы дальности видимости горизонта, номограмма видимости предметов и номограмма оптической дальности видимости. В номограмму можно войти по силе света в канделах, по номинальной (стандартной) дальности и по метеорологической видимости, в результате чего получить оптическую дальность видимости



ПМ.5 «Основы судовождения»

1. **Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней.** (Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)

Метеорологическая дальность видимости является одной из характеристик прозрачности атмосферы, и ее следует отличать от реальной дальности видимости различных объектов, которая зависит не только от прозрачности атмосферы, но и от цвета объектов, их размеров, удаленности от пункта наблюдений, освещенности и фона.

Метеорологической дальностью видимости называется то наибольшее расстояние, с которого в светлое время суток можно обнаружить на фоне неба вблизи горизонта (или на фоне воздушной дымки) абсолютно четкое тело достаточно больших угловых размеров (больше 15 угловых минут). Видимость определяется с верхнего мостика. Оценивается она по международной 10-балльной шкале (от 0 до 9 баллов) в метрах, километр кабельтовых, милях.

При плавании вблизи берегов следует определять видимость отдельно в сторону моря и отдельно в сторону берегов и записывать в журнал наименьшую видимость.

Для определения видимости в сторону берегов используются имеющиеся в поле зрения и обозначенные на карте отдельные мысы, горы, здания, маяки, знаки и т.п., расстояние до которых известно. Объекты должны быть видимы с места наблюдения под углом не более 5-6° к горизонту. В исключительных случаях, при видимости более 1 мили, допускается использование объектов, видимых под углом к горизонту до 11°.

В открытом море, вдали от берегов, при отсутствии в поле зрения каких бы то ни было объектов, необходимых для определения метеорологической дальности видимости, допускается оценка так называемой реальной поверхности моря. При отсутствии других сведений о видимости, величина реальной видимости используется как вспомогательная характеристика в оперативных целях.

ПМ.5 «Основы судовождения»

**Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней.
(Понятие о видимом горизонте наблюдателя в море и дальности видимого горизонта, дальность видимости предметов и огней и ее зависимость от метеорологических условий)**

Расчет ожидаемой дальности видимости СНО.

На навигационных морских картах и в навигационных пособиях дальность видимости огня ориентира дана для высоты глаза наблюдателя над уровнем моря $e = 5$ м, т.е.:

$$DK = Dh + De = 5\text{ м} = Dh + 4,7 \text{ мили}$$

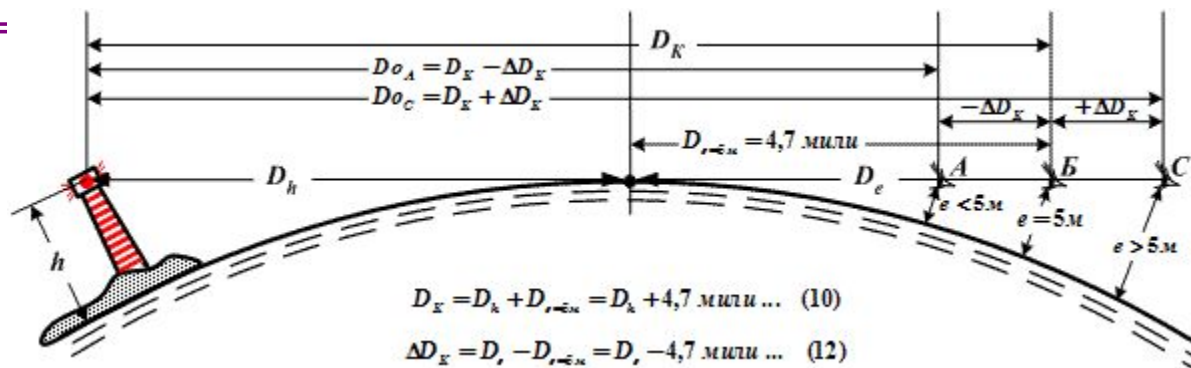
Если же действительная высота глаза наблюдателя над уровнем моря отличается от 5 м, то для определения дальности видимости огня ориентира необходимо к дальности, показанной на карте (в пособии), прибавить (если $e > 5$ м), или отнять (если $e < 5$ м) поправку к дальности видимости огня ориентира (ΔDK), показанной на карте $\sqrt{e_M}$ высоту глаза.

$$DO = DK + \Delta DK$$

$$\Delta DK = De - De_{5\text{м}} = De - \sqrt{9} \text{ мили} = 2,08 \cdot \sqrt{9} - 4,7 \text{ мили}$$

Например: $DK = 20$ миль, $e = 9$ м. $\Delta DK = 2,08 \cdot \sqrt{9} - 4,7 = 6,24 - 4,7 = 1,54$ мили тогда: $DO = DK + \Delta DK = 20,0 + 1,54 =$

Ответ: $DO = 21,54$ мили.





Спасибо за внимание