

## ОПТИЧЕСКИЕ МИРАЖИ И ПРИЧИНЫ ГИБЕЛИ «ТИТАНИКА»

Басюк П.

Научный руководитель – Зенькевич Э.И., докт. физ.-мат.н., профессор

Из геометрической оптики известно, что при переходе света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную под углом полного внутреннего отражения  $\alpha_{\text{пред}}$  свет во вторую среду не проникает. Это явление называется *полным внутренним отражением* (рис. 1).

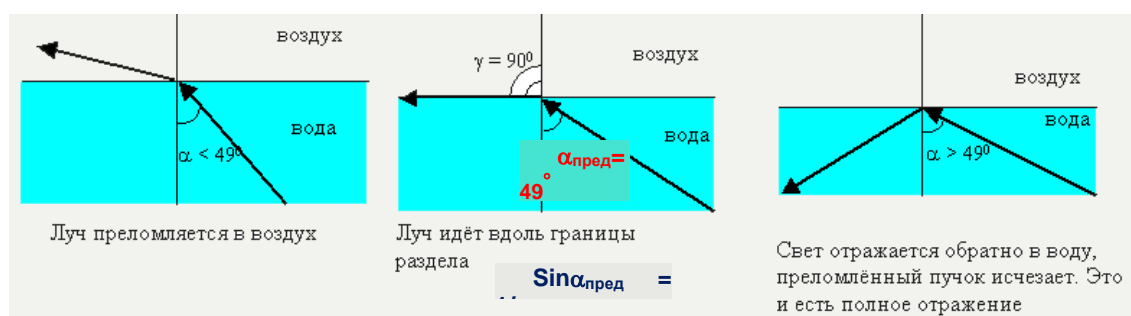


Рис.1. Явление полного внутреннего отражения на границе вода-воздух.

Именно этот оптический процесс составляет физическую природу *миражей* - оптических явлений в атмосфере: преломление потоков света на границе между резко различными по плотности и температуре (и, соответственно, по показателю преломления) слоями воздуха. Для наблюдателя такое явление заключается в том, что вместе с реально видимым отдалённым объектом (или участком неба) также видно и его отражение в атмосфере. Миражи наблюдаются при большом вертикальном градиенте температуры, который определяет изменение показателя преломления атмосферного воздуха: чем выше температура слоя воздуха, тем меньше его показатель преломления. В зависимости от направления градиента температуры наблюдаются нижний или верхний миражи.

*Нижние миражи* возникают преимущественно в тех случаях, когда слои воздуха у поверхности Земли (например, в пустыне) разогреты настолько, что лучи света, исходящие от предметов, сильно искривляются. Световые лучи всегда искривляются от теплых слоев в сторону более холодных. Описав дугу у поверхности, они идут снизу вверх. Тогда можно вдруг увидеть деревья и дома, как будто отражённые в воде. На самом деле это перевёрнутые изображения далёких ландшафтов. Видим мы, конечно, не воду, а кусочек голубого неба, только ниже того места, где оно есть на самом деле. А эффект блеска и переливов вызван неоднородностью потоков теплого воздуха, поднимающегося от горячей поверхности.



Рис.2. Формирование нижнего миража в пустыне (показатели преломления  $n_1 < n_2 < n_3$ ) и озерный мираж в пустыне.

Если в жаркий летний день смотреть на шоссе, когда солнце находится немного сбоку или чуть впереди, то можно разглядеть, как шоссе впереди от нас как будто погружается в искрящееся озеро. При движении автомобиля это «озеро» отодвигается с такой же скоростью.

*Верхний мираж* наблюдается над холодной земной поверхностью при инверсном распределении температуры (температура воздуха повышается с увеличением высоты, а показатель преломления падает). Верхние миражи являются наиболее распространенными в полярных регионах, особенно на больших ровных льдинах со стабильной низкой температурой. Такие условия могут возникать над Гренландией и в районе Исландии. Верхний мираж может быть прямым или перевернутым, в зависимости от расстояния до истинного объекта и градиента температуры.

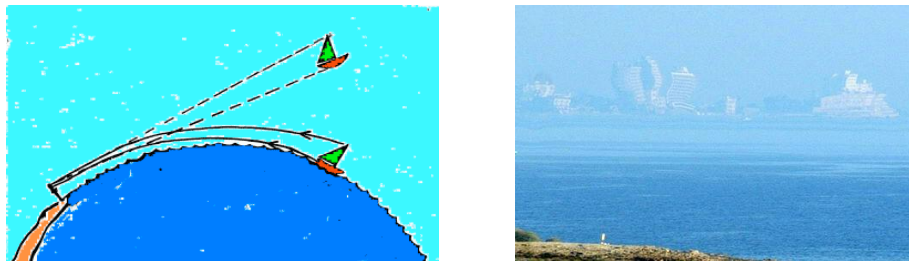
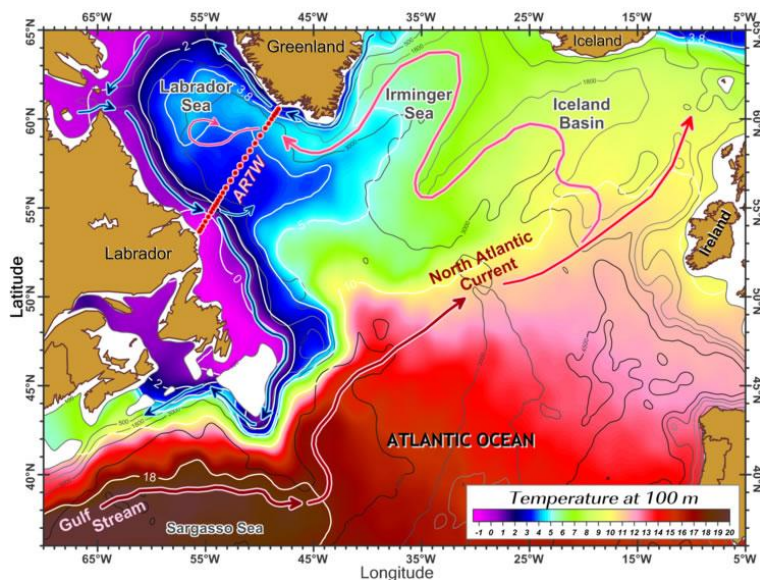


Рис.3. Формирование верхнего миража на море.

Одна из версий гибели парохода «Титаник» связывается с миражами. Лайнер «Титаник» с 1316 пассажирами и 908 членами экипажа, ведомый капитаном Эдвардом Смитом и следовавший в своем первом путешествии по маршруту Саутгемптон – Шербур – Квинстаун – Нью-Йорк, встретил свой злополучный айсберг 14 апреля 1912 г. в 23 час. 40 мин. В результате столкновения с айсбергом обшивка правого борта гигантского судна на протяжении 90 м была повреждена и в 5 водонепроницаемых отсеков «Титаника» начала поступать вода. Корабль затонул через 2 часа. Спасательных плавсредств на всех пассажиров не хватало. 712 пассажиров и членов экипажа прибыло в Нью-Йорк: 189 членов экипажа, 129 пассажиров мужчин и 394 человек - женщины и дети. Причин, почему считавшееся непотопляемым судно не добралось до пункта назначения, специалисты выделяют несколько.

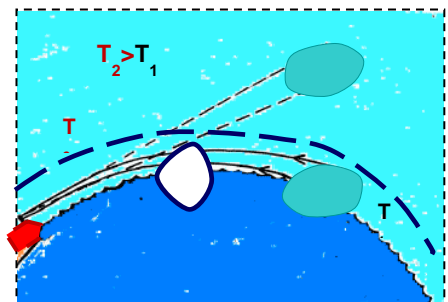


1) Весной 2012 г. сильный прилив (за счет нахождения Солнца, Земли и Луны на одной линии) способствовал большому передвижению айсбергов Исландии в южные широты.

2) Лабрадорское течение принесло массы холодной воды в зону морского пути Европа-Америка.

3) В результате, произошло инверсное распределение температуры: над поверхностью океана температура воздуха  $T_1$  оказалась низкой и повышалась с увеличением высоты. В соответствии с законами геометрической оптики в этих условиях ( $T_2 > T_1$  и  $n_1 < n_2$ ) реализовались условия верхнего миража, который исказил картину горизонта.

В ту ночь на небе не было Луны, море было спокойным, а сам айсберг, возможно, мог перевернуться, из-за чего ее надводная часть стала темной. Как следствие, смотрящие вовремя не заметили, а когда увидели – было уже слишком поздно, чтобы что-то изменить. Айсберг был замечен на расстоянии примерно 400-500 м, и команда по изменению курса последовала незамедлительно после трех ударов в колокол впередсмотрящего



(тормозной путь корабля ~1000 м). На скорости в результате столкновения с льдиной корабль получил шесть узких пробоин, протяженность которых составила 90 метров. Торможение снизило эффективность руля, из-за чего судно не смогло в полной мере увернуться от льдины, лишь подставив ей свой бок.



на плаву.

В течение 75 лет крушение «Титаника» считалось крупнейшим в истории.