



МОРСКИЕ ГРАНИЦЫ

По статье Анатолия Савина из журнала «Квант», № 4 за 1994 год

Возникновение войн, как правило, имеет своей причиной желание установить новые границы стран, такие, которые нападающая сторона считает более справедливыми. В ход идут ссылки на исторические факты, на интересы нации, на защиту части населения другой страны. Каких только аргументов в пользу изменения границ не было за многовековую историю человечества, сопровождавшуюся постоянными войнами! Мы же рассмотрим более спокойную ситуацию.

Два государства решили на карте провести морскую границу, поскольку их берега омываются одним морем. В этом случае нет рек, хребтов и других естественных разграничителей, поэтому порешили исходить из принципа: каждая точка границы должна быть одинаково удалена как от одной страны, так и от другой.

Проведём фундаментальные исследования на эту тему. Как известно, их нужно начинать с простейших случаев. Случай первый: страны – это

крошечные острова в океане. Тогда морской границей будет серединный перпендикуляр к отрезку, соединяющему острова.

Отметим, что это – действительно фундаментальный факт. Он позволяет установить приемлемые морские границы для любых конфигураций берега. Для этого достаточно поставить вдоль берегов много маяков, а затем провести серединные перпендикуляры к отрезкам с концами в маяках, как это сделано на рисунке 1. Эти

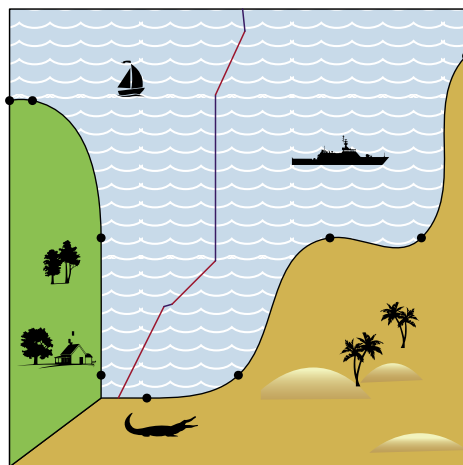


Рис. 1



перпендикуляры разобьют море на кусочки, каждый из которых целиком отойдёт одной из стран.

Довольно впечатляющий пример пользы фундаментальных исследований! Но представим себе, что берега обеих стран прямолинейные.

В этом случае приближение набором точек неэффективно. В этом случае из свойств биссектрисы угла получаем, что морской границей будет именно биссектриса угла между берегами (рис. 2). Продолжим наши фундамен-

тальные исследования и рассмотрим случай третий: одна страна – точка, а другая – полуплоскость (рис. 3).

Разумеется, математики уже давно (со времён древних греков) выяснили, какая кривая является геометрическим местом точек, равноудалённых от данной точки и данной прямой. Эта кривая – *парабола*, та самая парабола, которая является графиком квадратного трёхчлена $y = ax^2 + bx + c$. Заданные точка и прямая тоже имеют свои названия: точка называется

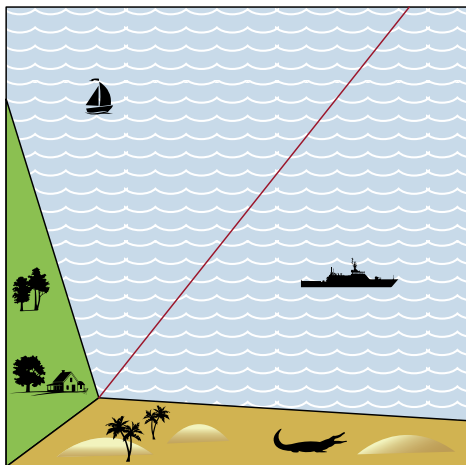


Рис. 2

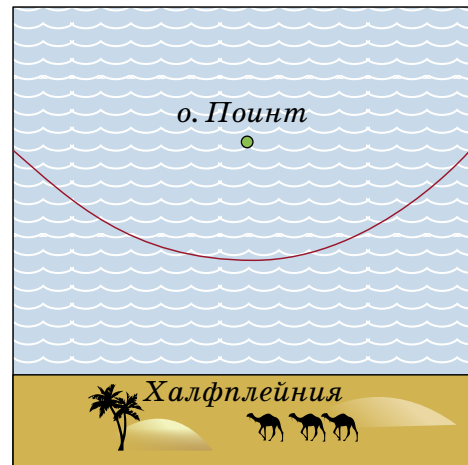


Рис. 3



фокусом параболы, а прямая – её директрисой.

Теперь можно проводить морские границы в том случае, если страны имеют небольшие острова или прямолинейные участки границы – например, как на рисунке 4. В этом случае морская граница составлена из отрезков и кусков парабол. Если же море имеет форму выпуклого многоугольника (как в задаче «Как провести границы?» на 4-й странице обложки «Квантика» №10 за 2019 год),

то морская граница составлена из биссектрис к углам, образованным отрезками береговой линии. Это следует из того, что расстояние от любой точки моря до берега равно расстоянию до какого-то отрезка этого берега.

Ну а если остров не очень маленький, но круглый? Как в этом случае разграничить море между ним и страной с прямолинейным берегом? Нетрудно понять, что и в этом случае граница будет параболой (рис. 5). Её фокус находится в центре круга,

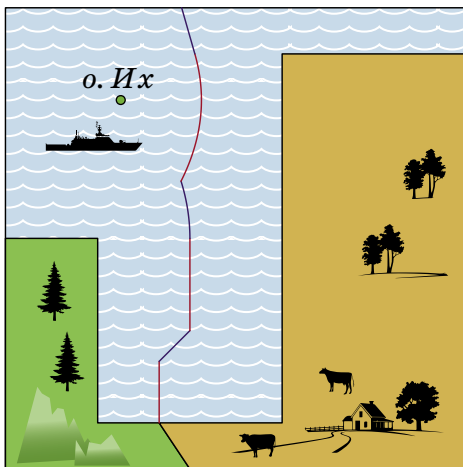


Рис. 4

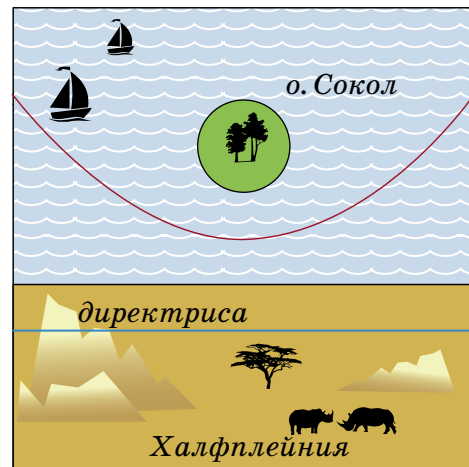


Рис. 5



а директриса – прямая, параллельная береговой линии второй страны и отстоящая от неё на расстояние, равное радиусу заданного круга.

Чтобы завершить рассказ о фундаментальных результатах в этой области, осталось отметить, что в третьем случае, когда проводится морская граница между двумя круглыми островами, мы получаем геометрическое место точек, равноотстоящих от двух окружностей, то есть множество точек, разность расстояний которых

от центров этих окружностей постоянна и равна разности их радиусов. Такая кривая называется *гиперболой*. Она изображена на рисунке 6.

Теперь, во всеоружии фундаментальных знаний, проведите морскую границу на карте, изображённой на рисунке 7.

А ещё подумайте, как провести границы, если одна страна расположена по берегам круглого моря, а другая представляет собой круглый остров где-то в этом море.

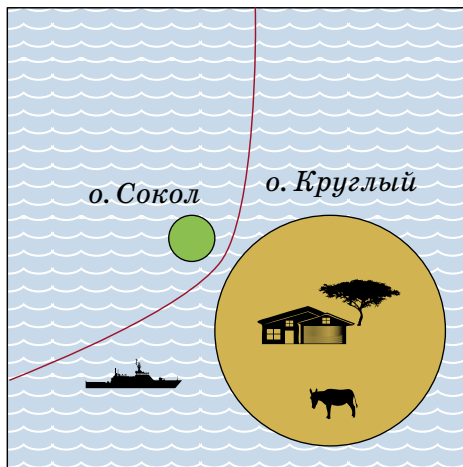


Рис. 6

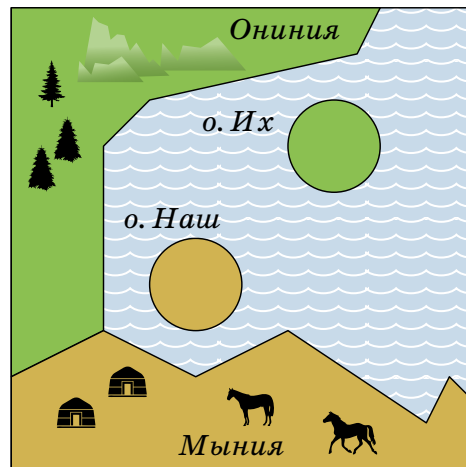


Рис. 7