

КАРТА КОТИДАЛЬНЫХ ЛИНИЙ БАРЕНЦОВА МОРЯ

В. А. Леднев

Вопрос о приливно-отливных явлениях в открытой части Баренцова моря как с теоретической, так и с практической точки зрения, представляет чрезвычайный интерес. Периодическое изменение высоты уровня и приливно-отливное течение влияют на гидрологический режим моря, вызывая вертикальное и горизонтальное перемещение водных масс, ускоряя процесс вертикальной циркуляции и затрудняя процесс льдообразования в море.

Скорость приливно-отливных течений в Баренцовом море во много раз превышает скорость постоянных течений; так, например, по данным Государственного океанографического института в точке $\varphi = 70^{\circ}16' 30''$ с. ш. и $30^{\circ}24' 30''$ в. д. скорость первых в пять раз больше скорости постоянных течений и, что особенно важно — приливно-отливные течения не прекращаются в течение круглых суток, распространяются на большую глубину и при этом действуют в разные стороны, т. е. их скорость и направления периодически меняются. Движение приливной волны и величины скорости приливно-отливных течений, время их смены, вертикальный и горизонтальный пути частиц, амплитуды прилива как для береговой полосы, так и для открытого моря — все эти явления имеют особый интерес и громадное значение и для навигации, особенно в условиях ледового плавания, и для морского рыбного промысла.

КАРТА КОТИДАЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Вопрос о направлениях приливной волны в открытой части моря разрешается при наличии карты котидальных линий, т. е. линий, соединяющих точки с одновременным наступлением одинаковых фаз прилива, которые дают возможность получить: 1) направление приливной волны в открытом море и 2) определить время наступления полных и малых вод в отдельных точках моря.

Для составления карты котидальных линий необходимым условием является наличие сети береговых пунктов, для которых определены элементы прилива и наличие наблюдений в открытом море. К сожалению, число таких пунктов в Баренцовом море весьма ограничено; недостаточное число наблюдений имеется над приливами, относящимися к береговой черте и островам, и еще меньше наблюдений над приливами для открытой части моря. Отсутствие данных значительно осложняет задачу составления карты котидальных линий для Баренцова моря. Из-за недостаточного числа наблюдений над элементами прилива в открытой части пришлось для составления карты избрать аналитический метод.

Систематическое изучение приливно-отливных явлений Баренцова моря относится к началу XIX века. Относительно изученным районом Баренцова моря в отношении приливов является береговая полоса вдоль Мурманского берега,

в пределах до 3—5 миль. Для Баренцова моря до настоящего времени известно 5 карт котидальных линий. Первая попытка построить карту для Баренцова моря принадлежит Ф. П. Литке в 1848 г., вторая Гаррису в 1904 г., третья построена Дефентом в 1924 г., четвертая—Штернеком в 1928 г. и последняя, которая была известна в литературе, принадлежит В. А. Березкину в 1929 г.

Наиболее интересной для нас является карта Березкина, пользовавшегося при построении карты методом проф. В. В. Шулейкина, примененным последним в Белом море. Этот же метод применен и нами.

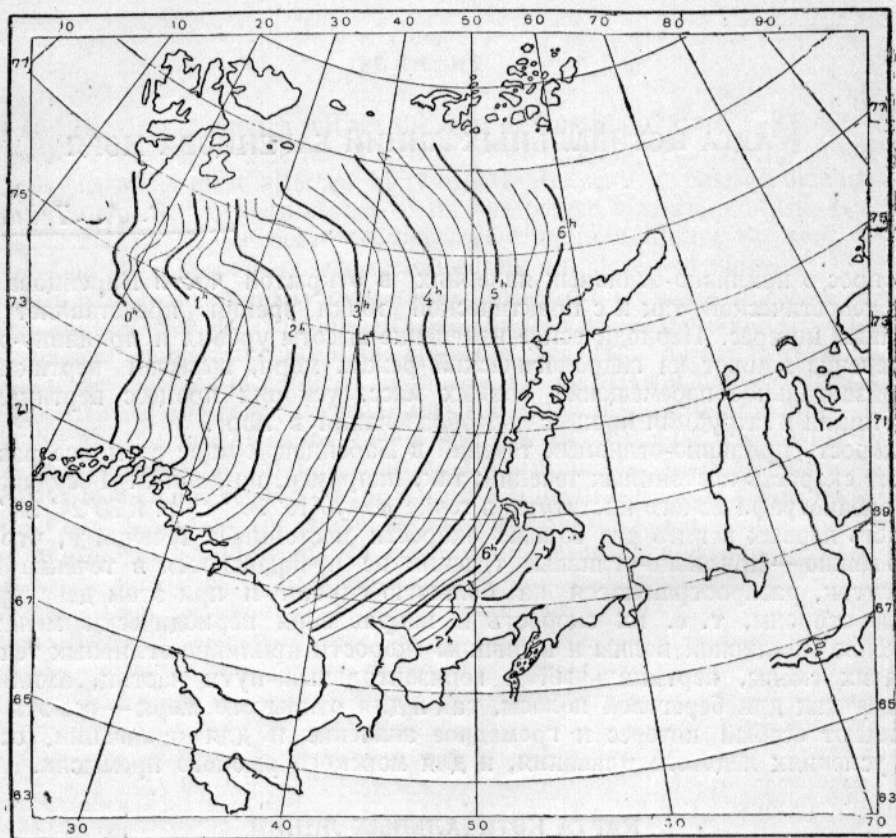


Рис. 1. Карта котидальных линий Баренцова моря (1929 г.).

Fig. 1. Map of cotidal lines of the Barents Sea (1929 g.).

Выбранный нами метод не нуждается в определении точек для открытой части моря, он построен на предположении, что имеется одна полусуточная волна и известная линия прохода приливной волны данного моря, так называемая линия фронта.

В виду недостаточного числа произведенных наблюдений в открытом море метод проф. В. В. Шулейкина имеет для данного момента весьма существенное значение. В целях же наиболее всестороннего освещения явлений прилива решить эту задачу было бы лучше на основе непосредственных инструментальных наблюдений.

Дальше движение линии фронта можно рассматривать как результат распространения колебаний отдельных ее точек и положений последующих линий, приложенных через известный промежуток времени по принципу Гюйгенса, причем принято во внимание, что высота приливной волны весьма мала по

отношению к глубине моря. Тогда представляется возможным вычислить скорость распространения приливной волны по формуле Эри $V = gh$, где V — скорость приливной волны, h —глубина в м и g —ускорение силы тяжести.

При построении сетки котидальных линий прежде всего необходимо было определить положение приливной волны при входе в Баренцово море. За исходные точки были взяты две точки, где приливные колебания уровня происходят одновременно. Одна точка была выбрана у Норвежского берега, другая у южной оконечности Шпицбергена, как и у Березкина.

При определении кривизны линии основного фронта была учтена глубина моря на подходах к проливу и наличие разных скоростей в зависимости от разных глубин. Линия основного фронта на карте имеет выпуклую форму в сторону бассейна.

Для построения следующих линий, положение которых определено через каждые 15 мин., применен принцип Гюйгенса, который позволяет учесть переменную скорость распространения волны. Последовательным повторением построения следующих положений волн были построены котидальные линии на навигационных картах, изображенные на рис. 1, которые указывают распространение единой приливной волны полусуточного характера, пришедшей из Атлантического океана.

Построенная карта котидальных линий не отражает действительной картины распространения приливной волны в Баренцовом море, особенно в его северной части, так как при перемещении водных масс, во-первых, не учтена сила вращения земли, во-вторых, не принято во внимание трение, которое значительно осложняет картину явлений прилива и, наконец, в Баренцово море входит не одна волна, а по своим размерам море допускает зарождение и собственной приливной волны.

Все же, несмотря на принятое упрощение в построении карты, удовлетворительное совпадение данных (см. табл. 1) для береговых пунктов с данными для открытого моря, служит подтверждением правильности построения сетки котидальных линий главной приливной волны. Безусловно, настоящая карта не может претендовать на полное разрешение вопроса, но эти совпадения показывают, что она близка к действительной картине распространения явлений прилива в Баренцовом море. Влияние мелководий и берега на карте ясно учитывается искривлением и расстоянием котидальных линий. В районах моря с малыми глубинами приливная волна задерживается, в более глубоких—пробегает с большей скоростью.

В своей работе мы не касаемся анализа распространения приливной волны в Баренцовом море, имея в виду работу Березкина, где он подробно освещает этот вопрос.

Различие результатов между нашей картой и картой Березкина заключается в том, что при составлении карты нами использованы были подробные данные о рельефе дна Баренцова моря. Промежутки между котидальными линиями у Березкина больше, благодаря чему смягчено влияние рельефа дна.

Направление котидальных линий на карте согласуется с наблюдениями, произведенными над элементами течений на суточных станциях Океанографического института. Таких станций институтом в открытой части моря было произведено пять, из которых две обработаны проф. Н. Н. Зубовым.

Ежечасные наблюдения при помощи поплавок Митчеля в поверхностном слое и вертушкой Экман-Мерца на глубинах дали направления котидальных линий в данной точке, а следовательно, и направления приливной волны.

Материал был обработан нами методом, принятым в Северной гидрографической экспедиции (см. табл. 2).

Направление котидальных линий, полученных в результате обработки материала вертушкой Экман-Мерца на суточных станциях, как мы видим, обнаруживает расхождение с направлением котидальных линий в тех же точках на карте, причем во всех четырех точках угол отклонения имеет одно направление—вправо. Причину расхождения приходится искать во влиянии волны, пришедшей с севера, а также в отклоняющей силе вращения земли.

Таблица 1

Сравнение прикладного часа данных нашей карты с данными «Ежегодника приливов» и карты Березкина

Наименование пунктов	Ежегодник	Карта	Карта
	приливов	Леднева	Березкина
Белужья губа (Новая Земля, западный берег)	+ 3,39	+ 3,19	+ 2,00
Митюшкина губа (Новая Земля) . .	+ 3,29	+ 3,04	+ 2,00
Митюшкина (Новая Земля)	+ 3,29	+ 3,10	—
Девкина заводь	— 0,35	— 0,15	—
Базарная губа	— 0,29	— 0,21	—
Цып-Наволоок	— 0,24	— 0,18	— 0,30
Ура (Порт Владимирова)	— 0,02	— 0,03	—
Вичаны	— 0,14	— 0,09	—
Зубовская губа	— 0,30	— 0,22	—
Вайда-губа	— 0,29	— 0,26	—
Ивановская бухта	+ 1,54	+ 1,35	—
Иокангские острова	+ 1,48	+ 1,47	—
Рында	+ 0,47	+ 0,47	—
Святоносский залив	+ 1,57	+ 1,55	—
Семиноостровское становище	+ 1,22	+ 1,10	—
Териберка	+ 0,14	+ 0,12	—
Кильдин	+ 0,08	+ 0,04	—

Таблица 2

	Направление котидальных линий по карте	Направление котидальных линий по данным станции
Станция № 965, $\varphi = 75^{\circ} 57'$; $\lambda = 30^{\circ} 00'$	N0 26°	N0 57°
Станция № 1154, $\varphi = 74^{\circ} 11' 8''$; $\lambda = 22^{\circ} 11'$	N0 32°	N0 57°
Станция № 1149, $\varphi = 73^{\circ} 58' 29''$; $\lambda = 20^{\circ} 02'$	N0 22°	N0 80°
Станция № 1003, $\varphi = 73^{\circ} 16' 30''$; $\lambda = 38^{\circ} 24' 30''$. .	S0 87°	S0 76°

Для более удобного пользования картой построена другая сетка котидальных линий, изображенная на рис. 2, где, в отличие от первой карты, линия 0 часов проходит через Полярную гавань. К востоку от линии 0^ч линиям придан положительный знак (+), к западу—отрицательный (—). С целью облегчения практического использования карты навигацией и рыбной промышленностью нами составлена следующая инструкция.

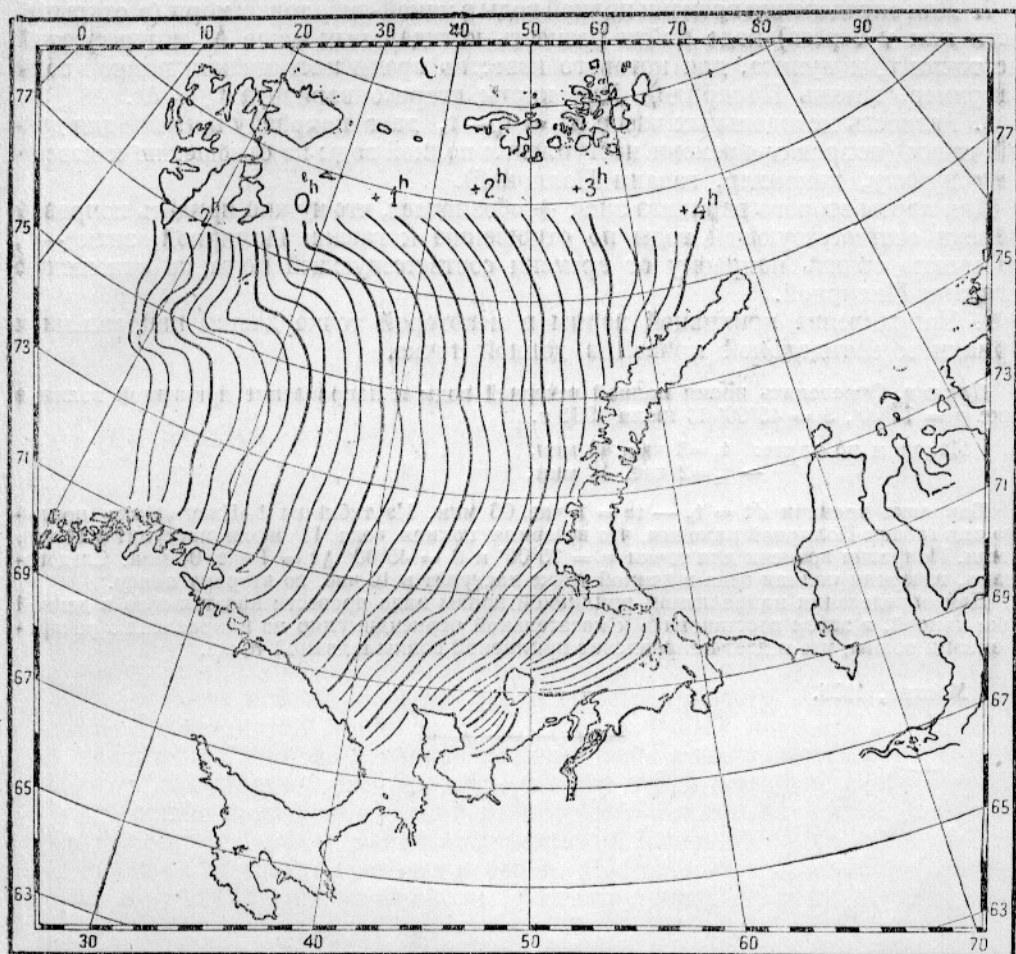


Рис. 2. Карта котидальных линий Баренцова моря (1932 г.)
 Fig. 2. Map of cotidal lines of the Barents Sea (1932 г.)

КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТОЙ КОТИДАЛЬНЫХ ЛИНИЙ БАРЕНЦОВА МОРЯ

1. Котидальными линиями называются линии, соединяющие точки, в которых одна и та же фаза прилива (например, полная вода) наступает в один и тот же момент.

2. При помощи карты котидальных линий можно определить направление движения приливной волны и моменты наступления полной воды в различных точках моря.

3. Положение котидальных линий на карте указывает на то, что приливная волна в Баренцовом море распространяется с запада на восток.

4. Карта котидальных линий Баренцова моря дает представление о поступательном движении приливной волны и последовательных моментах положения полной воды в различных точках моря по отношению к начальному положению (линии 0 часов).

5. Расстояние между котидальной линией данной точки и начальной котидальной линией (0 часов) называется котидальным часом данной точки.

6. Тонкие линии на карте проведены через 15 мин., толстые—через час. Таким образом, разность моментов наступления полной воды в каких-либо точках определяется разностью во времени между линиями, соединяющими эти точки, т. е. разностью котидальных часов Δt этих точек $\Delta t = t_x - t_y$.

7. Для определения времени полной воды в какой-либо точке моря (в открытой части или у берега) надо найти разность котидальных часов Δt интересующей нас точки t_x и пункта, для которого известно время наступления полной воды (например, гавань Полярная). Для карты второго варианта $t_x = \Delta t$.

8. Разность котидальных часов $\Delta t = t_x - t_s$ дает поправку времени для данной точки (поправку времени наступления полной воды по отношению к известному пункту, например, гавани Полярной).

Для карты второго варианта знак $+$ обозначает, что нужно придать поправку времени соответствующей воды по отношению к гавани Полярной; знак $-$, что нужно отнять поправку от времени соответствующей воды по отношению к гавани Полярной.

9. Направление приливной волны в некоторой точке дается направлением нормали к котидальной кривой в данной точке.

Пример. Определить время полной вечерней воды и направление приливной волны в точке $\varphi = 75^\circ 00'$, $S = 45^\circ 00'$ 11 июля 1931 г.

Находим по карте: $t_x = 3$ час. 49 мин.
 $- t_s = 2$ час. 43 мин.

Поправка времени $\Delta t = t_x - t_s = 1$ час. 06 мин. Из таблицы 1 «Ежегодника приливов» для гавани Полярной находим, что вечерняя полная вода 11 июля наступит в 14 час. 54 мин. Поправка времени для точки $\varphi = 75^\circ 00'$ и $S = 45^\circ 00'$ $\Delta t = 1$ час. 06 мин. Следовательно, вечерняя полная вода в данной точке наступит в 16 час. по второму поясу.

Для определения направления приливной волны надо провести касательную в данной точке кривой, а затем восстановить к касательной перпендикуляр по направлению распространения волны, что и дает направление приливной волны в данной точке.

Москва, 1935.