

Морские течения и их учет при
графическом счислении.

Особенности графического
счисления при учете течения. Учет
приливо-отливных течений.

1. Морские течения и их влияние на путь судна

Горизонтальные перемещения больших масс воды в море, характеризующиеся направлением и скоростью, называются морскими течениями.

Причины, вызывающие морские течения, подразделяются на:

- * внешние (ветер, атмосферное давление, приливообразующие силы Луны и Солнца),
- и
- * внутренние (неравномерность плотности водных масс по глубине).

Морские течения, по причинам их вызывающим, подразделяются на:

- * ветровые;
- * дрейфовые;
- * приливо-отливные;
- * плотностные и др.

По глубине расположения течения подразделяются на:

- * поверхностные;
- * глубинные;
- * придонные.

По физико-химическим свойствам масс воды течения подразделяются на:

- * теплые и холодные;
- * соленые и распресненные.

Навигационная классификация течений исходит из их устойчивости по времени. По этой классификации течения делятся на:

- * Постоянные.
- * Периодические.
- * Временные.

- 1. Постоянные течения** - течения, направление и скорость которых длительное время остаются постоянными (Гольфстрим, Куро-Сио, Бразильское и др.).
 - 2. Периодические течения** - течения, направление и скорость которых непрерывно изменяются, периодически повторяя свои элементы (приливо-отливные).
 - 3. Временные течения** - течения, которые действуют короткий промежуток времени (ветровые, штормовые и др.).
- На картах течения показываются условными обозначениями:

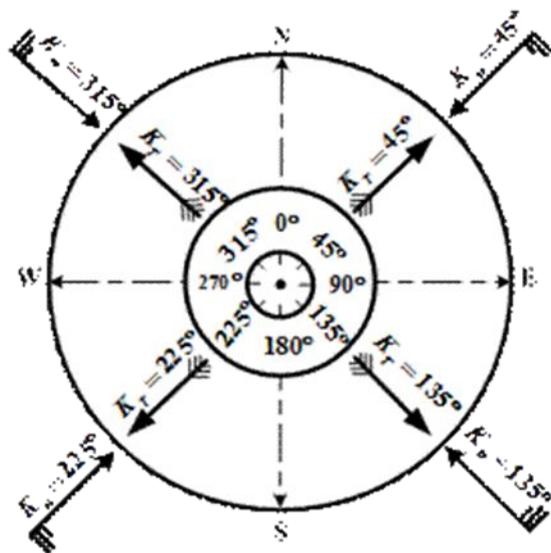


Сведения о течениях приводятся:

- 1) в Атласах течений;
- 2) в Атласах физико-географических данных морей и океанов;
- 3) в лоциях;
- 4) в навигационно-гидрографических обзорах и руководствах;
- 5) на навигационных морских картах;
- 6) на специальных картах течений.

Любое течение характеризуется направлением и скоростью.

Направление течения определяется той точкой горизонта, куда оно направлено (если «ветер дует в компас» то – «течение вытекает из компаса») измеряется в градусах в круговой системе счета направлений, от 0° до 360° относительно северной части истинного меридиана и обозначается КТ.



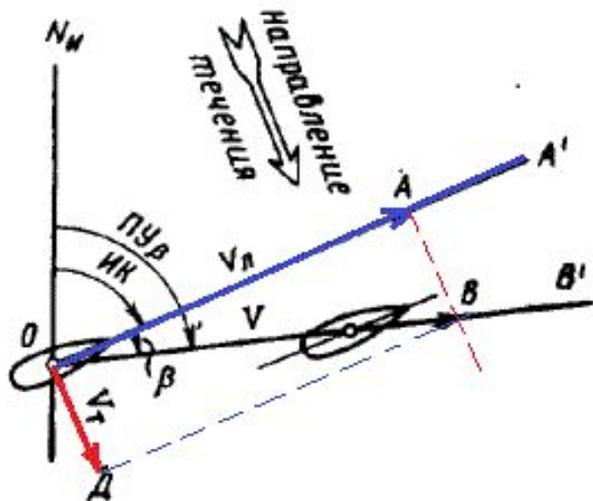
Скоростью течения называется расстояние, на которое перемещаются водные массы в единицу времени. Измеряется в узлах (миль/час) и обозначается U_T .

Скорость течений в открытых частях морей и океанов колеблется в широких пределах: до 4 уз. в районах развитых постоянных океанских течений (Гольфстрим, Куро-Сию и др.).

Скорость приливо-отливных течений в отдельных узкостях может достигать 9,12 узлов.

Кроме руководств и пособий для плавания элементы течения (K_T , U_T) могут быть определены и непосредственно на судне как с помощью приборов: абсолютного гидроакустического лага – (ГАЛа) или электромагнитного измерителя течений – (ЭМИТ); так и по высокоточным наблюдениям или с помощью поплавков (буйков) – при стоянке судна на якоре.

Перемещение судна относительно грунта при плавании на течении определяют следующими факторами :



Под действием судовых машин судно перемещается относительно воды по направлению его ДП, т. е. линии истинного курса **ОА**. Скорость судна относительно воды является скоростью $Vл$ показываемой лагом.

Одновременно вместе со всей массой воды судно сносится относительно грунта по направлению течения $ОД$ со скоростью течения Vt .

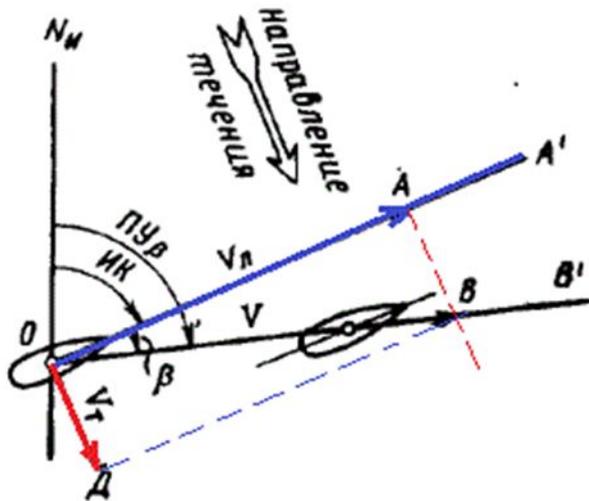
В результате относительно грунта судно перемещается по равнодействующей $ОВ$ со скоростью, называемой истинной скоростью судна V . При этом ДП судна остается параллельной линии $ИК$.

Линия $ОВ$, по которой перемещается судно под совместным действием судовых машин и течения, называется линией пути судна на течении. Положение линии пути относительно истинного меридиана определяется углом NOB , который называется путевым углом на течении $ПУВ$. Угол " β ", заключенный между линией истинного курса судна $ОА$ и линией пути $ОВ$, называется **углом сноса течением**.

$$\text{ПУВ} = \text{ИК} + \beta ; \quad \text{ИК} = \text{ПУВ} - \beta ; \quad \beta = \text{ПУВ} - \text{ИК}$$

Для геометрического сложения векторов по формуле необходимо на навигационной карте:

- * из счислимой точки начала учета течения (т. О) проложить линию истинного курса (ИК);
- * от т. О по линии ИК отложить (в масштабе карты) вектор скорости судна ;
- * из конца вектора (т. А) проложить линию по направлению течения (КТ) и на ней (от т. А) отложить (в том же масштабе) вектор скорости течения ;
- * соединить начало вектора скорости судна (т. О) с концом вектора скорости течения (т. В) – получим вектор путевой скорости судна.



Треугольник OAB, сторонами которого являются векторы относительной ($V_{л}$), переносной ($V_{т}$) и путевой (V) скоростей, называется **навигационным скоростным треугольником**.

Линия, по которой перемещается центр массы судна относительно дна моря называется **линией пути судна при течении (O–B)**.

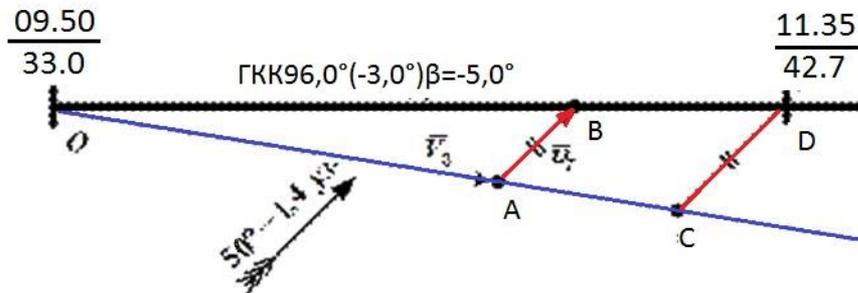
Путь судна при течении ($ПУ_{т}$ или $ПУ_{\beta}$) - направление перемещения центра массы судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и линией пути при течении (от 0° до 360° – по часовой стрелке).

Угол сноса (β) - угол между линией истинного курса и линией пути судна, обусловленный влиянием течения (измеряется в сторону правого или левого борта от 0° до 180° со знаком «плюс» (+) или «минус» (–) соответственно).

2. Учет течения при графическом счислении пути судна

Графическое счисление с учетом течения ведется на навигационной карте с соблюдением некоторых правил:

- 1) линия истинного курса (ИК) и линия направления течения (КТ) проводятся с более слабым нажимом карандаша, чем линия пути при течении (ПУ β);
- 2) вдоль линии пути при течении (ПУ β) с внешней стороны навигационного скоростного треугольника подписывается [КК 96,0° (-1,0°) β = -5,0°];
- 3) для каждого счислимого места строится навигационный треугольник перемещений (ΔODC), подобный навигационному скоростному треугольнику (ΔOAB);
- 4) счислимое место судна находится на его линии пути при течении (ПУ β), около которого пишется ;
- 5) судовой журнал заполняется в соответствии с правилами его ведения.



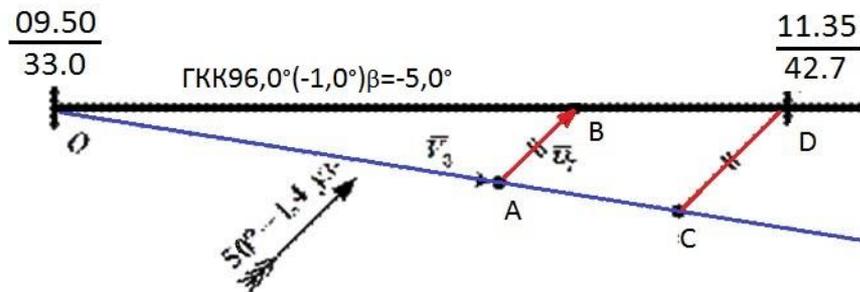
Задача № 1. Расчет линии пути судна при течении (ПУ β) и угла сноса (β) по известным ИК, V_0 и элементам течения (КТ, U_T).

Дано: ГKK ($96,0^\circ$), Δ ГК ($-1,0^\circ$), V ($7,0$ уз.), КТ ($50,0^\circ$), U_T ($1,4$ уз.).

Определить: ПУ β , β .

Решение:

- 1) Рассчитываем значение истинного курса ИК = ГKK + Δ ГК = $96,0^\circ + (-1,0^\circ) = 95,0^\circ$.
- 2) Из точки начала учета течения проводим линию истинного курса судна (ИК) и отложим по ней (от т. О) вектор относительной скорости в масштабе карты (1 уз. = 1 миле).
- 3) Из конца вектора (т. А) проводим линию по направлению течения (КТ = 50°) и отложим по ней (от т. А) вектор скорости течения (1,4 уз.) в том же масштабе.
- 4) Соединяем точку начала учета течения (т. О) с концом вектора скорости течения (т. В) и с помощью параллельной линейки и транспортира штурманского снимаем направление этой линии – линии пути при течении (ПУ β = $90,0^\circ$).
- 5) Рассчитываем угол сноса судна течением $\beta = \text{ПУ}\beta - \text{ИК} = 90,0^\circ - 95,0^\circ = -5,0^\circ$.
- 6) Подписываем линию пути судна при течении с внешней стороны навигационного скоростного треугольника (Δ ОАВ).
- ГKK $96,0^\circ$ ($-1,0^\circ$) $\beta = -3,0^\circ$.
- 7) Заполняем судовой журнал согласно правил его ведения.



Задача № 2. Расчет счислимого места судна на заданный момент времени

Нахождение счислимого места на заданный момент времени сводится к построению треугольника перемещений (ΔOCD) подобного навигационному скоростному треугольнику (ΔOAB).

Дано: Т0 (09.50), ОЛ0 (33,0), ГКК (96,0°), Δ ГК (-1,0°), β (-5,0°), V_0 (7,0 уз.), КТ (50,0°), УТ (1,4 уз.).

Определить: счислимое место судна на момент времени Т1 (11.10) при ОЛ1 (42,7).

1) Выполняем пп. 1÷6 по задаче № 1.

2) Рассчитываем пройденное судном расстояние от исходной точки (т. О) до заданного

:

$$РОЛ = ОЛ1 - ОЛ0 = 42,7 - 33,0 = 9,7;$$

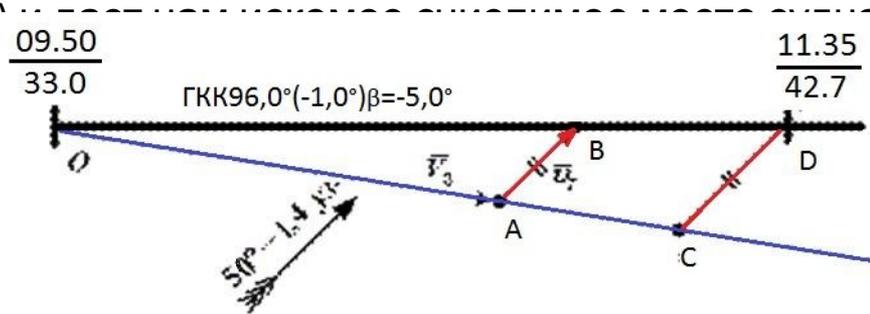
$$S_{\text{пл}} = K_{\text{пл}} \cdot РОЛ = 0,96 \cdot 9,7 = 9,3 (K_{\text{пл}} - \text{из «Таблицы поправок лага по } V_{\text{пл}} = 7,0 \text{ уз.});$$

$$S_{\text{ОБ}} = V_{\text{ОБ}} \cdot t = 7,0 \cdot 1\text{ч } 20\text{м} = 9,3, \text{ где } t = T1 - T0 = 11.10 - 09.50 = 1\text{ч } 20\text{м}. S_{\text{пл}} = S_{\text{ОБ}}.$$

3) Рассчитанное расстояние $S_{\text{пл}} = S_{\text{ОБ}}$ (9,3 мили) отложим от исходной точки (т. О) по линии истинного курса (ИК) – ($S_{\text{пл}} = S_{\text{ОБ}} = 9,3$ мили).

Из полученной на линии ИК точки (т. С) проводим линию по направлению учитываемого течения КТ (CD//AB) до пересечения ее с линией пути на течения. Точка пересечения (т. D) – счислимое место судна на заданный момент времени.

У счислимого места судна на заданный момент времени отсчитываем пройденное расстояние лага

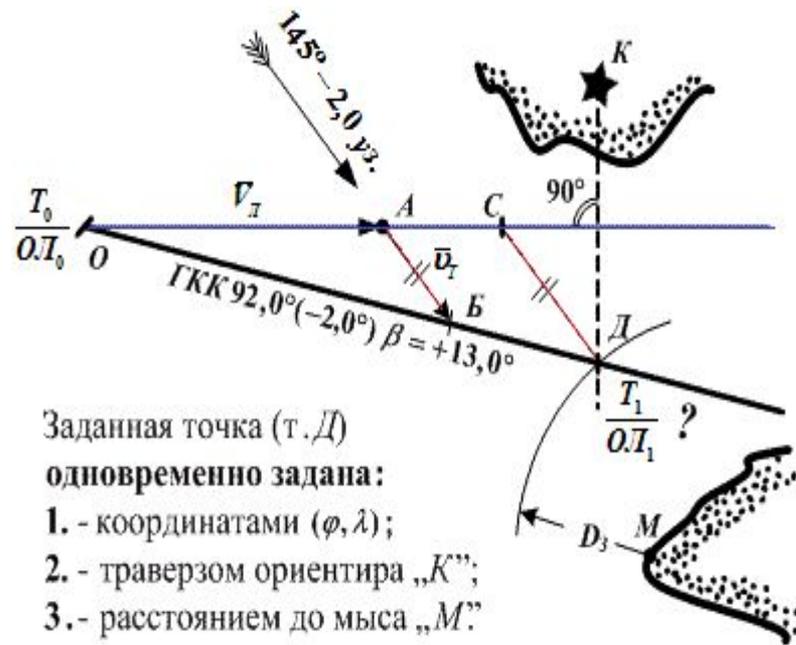


отсчитываем пройденное расстояние лага

Задача № 3. Предвычисление времени и отсчета лага прихода судна в заданную точку при учете течения.

Точка, как правило, задается: 1. координатами (φ, λ); 2. Направлением на ориентир (пеленг или курсовой угол); 3. Расстоянием до ориентира.

Независимо от способа «задания» точки, она должна находиться на линии пути при учете течения (ПУВ) \rightarrow т. «D».



Дано: ГKK ($92,0^\circ$), ДГK ($-2,0^\circ$), v_0 ($7,0$ уз.), КТ ($145,0^\circ$), УТ ($2,0$ уз.).

Найти: , когда судно будет в заданной точке D (φ и λ ; ор. K; DЗ ор. M).

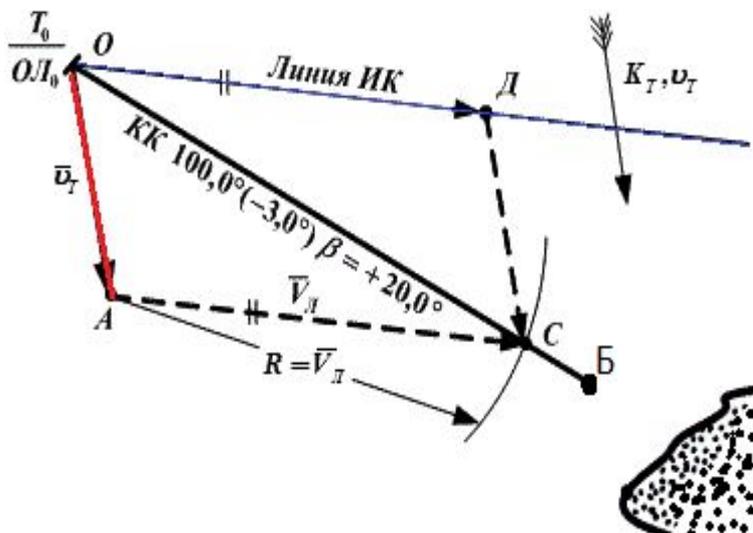
Решение:

- 1) Выполняем пп. 1÷6 по задаче № 1 (ПУВ = $103,0^\circ$, $\beta = +13,0^\circ$).
- 2) Находим место заданной т. D на карте (1. по φ и λ ; 2. по ор. K – ИК = ИК – $90^\circ = 0,0^\circ$ или с ор. K на судно – ОИП° = $180,0^\circ$; 3. по DЗ от ор. M).
- 3) Из т. D проводим линию, обратную направлению течения (КТ $\pm 180^\circ$), до пересечения ее с линией истинного курса судна ИК (\rightarrow т. C).
- 4) С помощью циркуля-измерителя снимаем расстояние (S) от т. O до т. C по линии истинного курса судна (ИК).
- 5) Рассчитываем время (T_1) и отсчет лага (ОЛ1):

Задача № 4. (обратная № 1) Расчет компасного или истинного курса по известным элементам течения (КТ, u_T), скорости судна (v_0) и заданной линии пути при течении (ПУ β).

Дано: ПУ β (путь к причалу), v_0 , КТ, u_T .

Найти: КК, β .



Решение:

1) Из точки начала учета течения (т. О) проводим заданную линию пути при течении – ПУ β 117,0°.

2) Из этой же точки (т. О) проводим линию по направлению течения (КТ) и отложим на ней (от т. О) вектор скорости течения в масштабе карты.

3) Из конца вектора течения (т. А) радиусом, равным скорости судна (в том же масштабе) делаем засечку на линии пути при течении → т. С.

4) С помощью параллельной линейки соединяем конец вектора течения (т. А) и т. С и параллельно переносим в точку начала учета течения. Направление линий и соответствует истинному курсу (ИК) судна.

5) С помощью параллельной линейки и транспортира штурманского снимаем направление линии истинного курса судна (ИК = 97,0°).

6) Рассчитываем значение угла сноса судна течением:
 $\beta = \text{ПУ}\beta - \text{ИК} = 117,0^\circ - 97,0^\circ = +20,0^\circ$.

7) Рассчитываем значение гирокомпасного курса судна:
 $\text{ГКК} = \text{ИК} - \Delta\text{ГК} = 97,0^\circ - (-3,0^\circ) = 100,0^\circ$.

(этот курс рулевой будет держать по компасу от т. О до т. Б).

8) Заполняем по форме судовой журнал.

3. Учет суммарных течений

В общем случае любой вектор течения может быть представлен как результат действия трех типов течений различных по своей природе:

Втп – постоянное течение, сведения о котором содержатся в атласах и руководствах для плавания;

Втв – ветровое течение, возникающее в результате продолжительного воздействия ветра на водную поверхность, элементы которого могут быть рассчитаны по формулам:

$$\mathbf{K_{ТВ} = K_w + 180 \pm 45^{\circ}; \quad V_{ТВ} = 0,136 \sqrt{u / \sin \varphi}}$$

где: K_w – направление истинного ветра;

u – скорость истинного ветра;

φ – географическая широта места

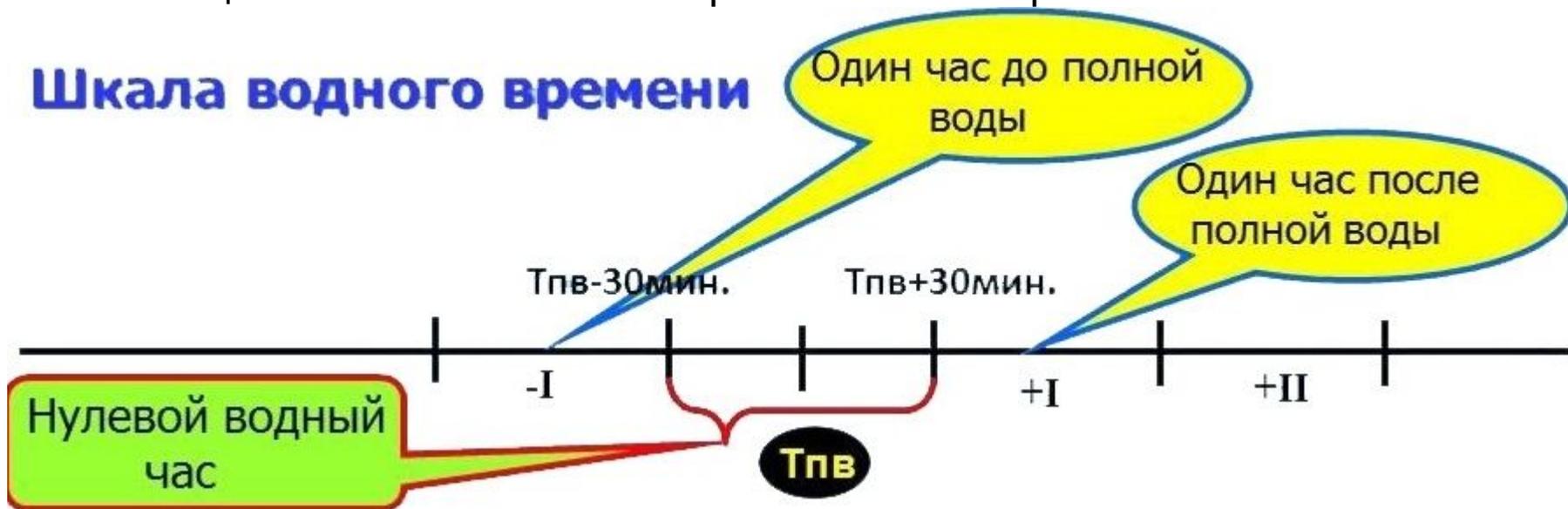
Впр – приливное течение, обусловленное явлением приливов в данном районе, сведения о котором содержатся в навигационных пособиях (атласах, таблицах, морских навигационных картах).

Таким образом, суммарный вектор течения равен:

$$\sum V_T = V_{Тп} + V_{Тв} + V_{пр}.$$

При определении элементов течений и его учете наибольшую сложность представляют приливные течения, характеризующиеся постоянно изменяющимися элементами – направлением и скоростью.

Шкала водного времени



Особенности учета приливо-отливного течения при графическом счислении состоят в следующем.

Направление и скорость приливо-отливного течения меняются от места к месту, а также с течением времени в каждой точке моря.

Эта особенность приливо-отливного течения по сравнению с течением постоянным вызывает необходимость применения особого способа его учета при графическом счислении.

В открытом океане (море) приливо-отливные течения характеризуются малыми скоростями, замкнутыми орбитами и повторением циклов перемещений масс воды, а потому, как правило, в счислении не учитываются.

Вблизи берегов приливо-отливные течения могут достигать скорости 4—6, а в некоторых местах и 8—10 уз. Поэтому они непременно должны учитываться в счислении.

Как и в вопросах учета постоянного течения, учет приливо-отливного течения в счислении сводится к решению двух основных задач.

Задача 1. По известным исходному месту и элементам движения корабля $Vл$, IK найти элементы течения vt , $Kт$ ($Kт$ — направление течения относительно истинного меридиана), путь и путевую скорость корабля.

Задача 2. По заданным исходному месту, пути и скорости хода корабля найти элементы течения vt , $Kт$ и истинный курс корабля.

Сущность способов решения обеих задач состоит в том, что с помощью карт или других пособий находят элементы приливо-отливного течения vt , $Kт$, принимают их постоянными на протяжении определенного промежутка времени плавания (например, в течение одного часа) и учитывают при графическом счислении так же, как это изложено выше.

Для второго часа плавания находят и учитывают новые значения элементов приливо-отливного течения, для третьего также повторяют этот процесс и т. д.

Таким образом, если уметь находить элементы приливо-отливного течения на каждый час плавания, то решение поставленных задач будет сведено к уже изложенным выше способам решения задач учета постоянного течения.

При решении второй задачи

- 1) Элементы течения выбираются для точек начала линии пути и ее конца, считая за конец точку, отстоящую от первой на расстоянии, равном пути корабля за час плавания данной скоростью хода по линии пути без учета течения.
- 2) Полученные данные осредняются и используются для построения навигационного треугольника, соответствующего одному часу плавания.
- 3) Если необходимо, нужно повторить выбор элементов течения для второй точки линии пути, найденной построением навигационного треугольника, вновь произвести осреднение и построение навигационного треугольника.

Осредненные значения элементов приливо-отливного течения можно находить и так:

для середины отрезка часовой линии курса (первая задача) или середины отрезка линии пути за час плавания (вторая задача) выбрать элементы течения на момент времени $T_2 = T_1 + 1/2$ ч. Это и будут искомые значения v_t и K_t для одного часа плавания.

В некоторых случаях полученные таким образом v_t и K_t требуют уточнения, для этого нужно сделать второе приближение: выбрать элементы течения на уточненные первым построением навигационного треугольника места середин линий курса или пути.

Для выбора элементов приливных течений из атласа или таблицы на заданное судовое время ТС необходимо:

* на заданную дату для основного пункта, на который рассчитаны атлас течений или таблица на карте, из «Таблиц приливов» выбрать ближайшее к судовому времени ТС табличное время наступления полной воды – Тпв;

* рассчитать судовое время наступления полной воды:

$$\text{Тпв с} = \text{Тпв} \pm N,$$

где N – номер часового пояса, по которому идут судовые часы
(плюс – восточный, минус – западный часовой пояс);

* построить шкалу водного времени и определить, в каком водном часе находится заданное ТС;

* по «Морскому астрономическому ежегоднику» на заданную дату определить фазу Луны, по которой сделать вывод о характере течения:

— новолуние или полнолуние – **сизигия**, течение максимальное;

— 1 или 3 четверти – **квадратура**, течение минимальное;

— в промежутке между сизигией и квадратурой – течение промежуточное;

* выбрать элементы течения, соответствующие данному водному часу и учитывать течение до окончания водного часа

* с наступлением очередного водного часа выбрать новые элементы течения и учитывать его в течение следующего часа и т. д.

Такой способ учета приливного течения называется почасовой.

Точность счисления при учете приливо-отливных течений понижается, поэтому необходимо чаще контролировать место судна по наблюдениям.