



Государственный морской университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова
Институт МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра Навигации

Доцент кафедры Навигации к.п.н., доцент Сличёнок М.Ю

Тема 12: ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПРИЛИВОВ

Содержание

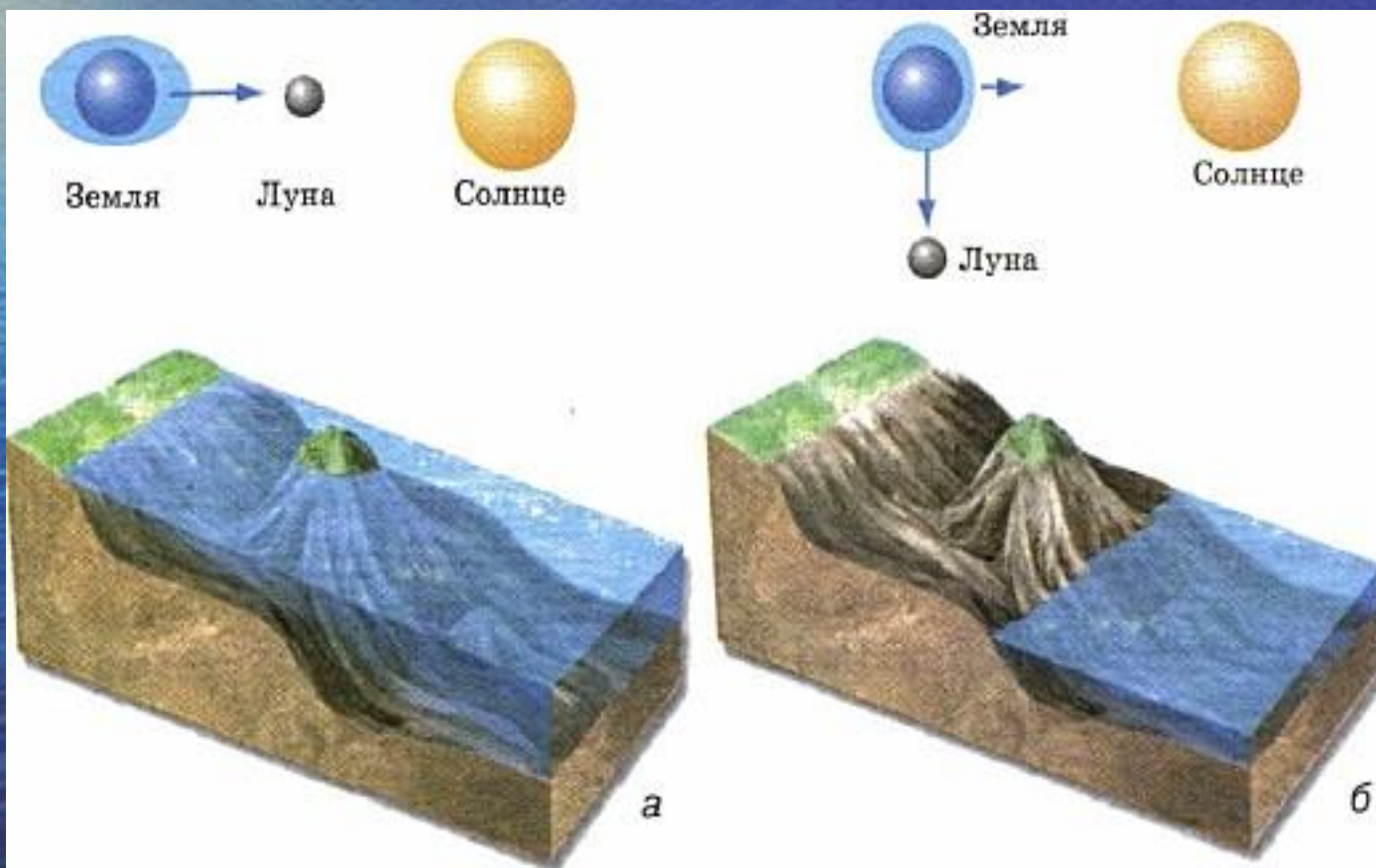
**Основные понятия и определения теории приливов.
Физические основы приливных явлений**



ПОНЯТИЕ О ПРИЛИВАХ

Периодические колебания уровня воды Мирового океана, происходящие под влиянием силы притяжения Луны и Солнца, называются приливами и отливами.

Приливообразующая сила Луны в 2,17 раза больше, чем Солнца, поэтому Луна является основным фактором для приливов и отливов.







© Michael Marten



© Michael Marten



ВЛИЯНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРИЛИВЫ

Предвычисленные с соблюдением всех правил элементы приливов иногда не совпадают с фактическими.

Чаще всего это объясняется влиянием гидрометеорологических условий, которые при предвычислении приливов не могут быть учтены.

Наибольшие расхождения между предвычисленными и фактическими уровнями наблюдаются в **мелководных районах при сильных продолжительных сгонно-нагонных ветрах**: уровень обычно повышается в направлении действия ветра и понижается в противоположном направлении.

Определенное воздействие на уровень оказывает и **изменение атмосферного давления**. С уменьшением атмосферного давления уровень воды повышается, с увеличением - понижается. При этом изменению атмосферного давления на 1 гПа в среднем соответствует изменение уровня моря на 1 см.

ПОПРАВКИ ВЫСОТ УРОВНЯ МОРЯ ЗА АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ ДАНЫ ВО ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ТАБЛИЦЕ 4.

Существенные отклонения уровня от предвычисленного отмечаются также в **устьях рек во время паводков.**

В качестве примера значительных колебаний уровня, обусловленных гидрометеорологическими причинами, может служить Северное море.

Особенно существенны эти колебания в устье реки Темза и в южной части Северного моря, где возможны различия между предвычисленными и фактическими высотами от **+0.5 до +1.0 м.**

Поскольку методы долгосрочного прогноза изменений уровня под влиянием гидрометеорологических условий не разработаны, данные о приливах в основных пунктах вычислены только с учетом сезонных колебаний среднего уровня моря.

ПОПРАВКИ ДЛЯ УЧЕТА СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СРЕДНЕГО УРОВНЯ МОРЯ В ОСНОВНЫХ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ ПОМЕЩЕНЫ ВО ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ТАБЛИЦЕ 3.

ВРЕМЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ В ТАБЛИЦАХ ПРИЛИВОВ

В Таблицах приливов указан часовой пояс или меридиан по времени которого даются для основных пунктов или получаются для дополнительных пунктов моменты полных и малых вол. Летнее время при предвычислении не учено.

ВЫСОТЫ ПРИЛИВНЫХ УРОВНЕЙ И НУЛЬ ГЛУБИН

Высоты полных и малых вод в Таблицах приливов даны в метрах над нулем глубин.

Нуль глубин - уровень, от которого даются отметки глубин на морских навигационных картах.

Действительная глубина в любой точке может быть определена путем алгебраического суммирования глубины H_k , указанной на карте, с высотой h мгновенного приливного уровня моря, определенного по Таблицам приливов (рис. 1).

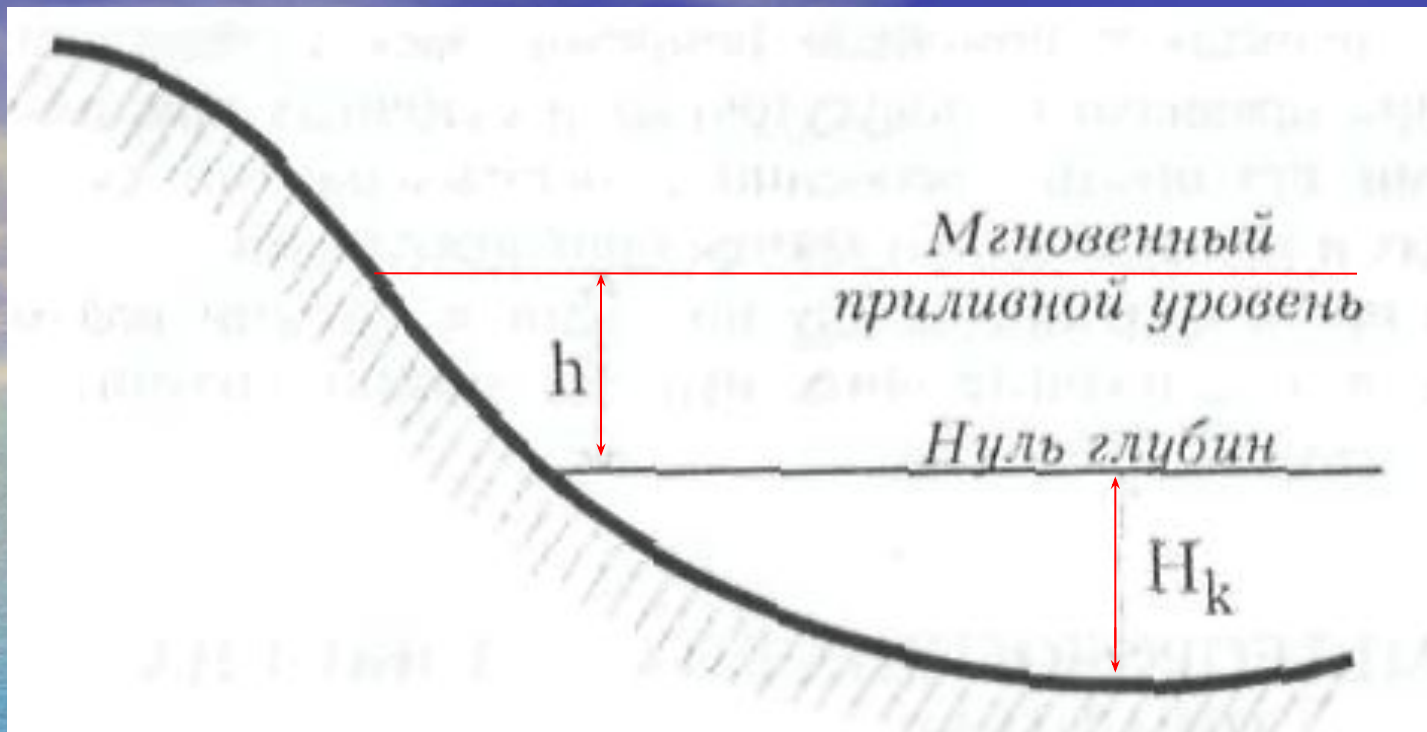


Рис.1. Схема отсчета глубин и высот прилива относительно нуля глубин

В большинстве случаев в качестве нулей глубин выбираются наинизшие уровни уровни, **но возможны случаи, когда действительная глубина окажется меньше отметки, показанной на карте.**

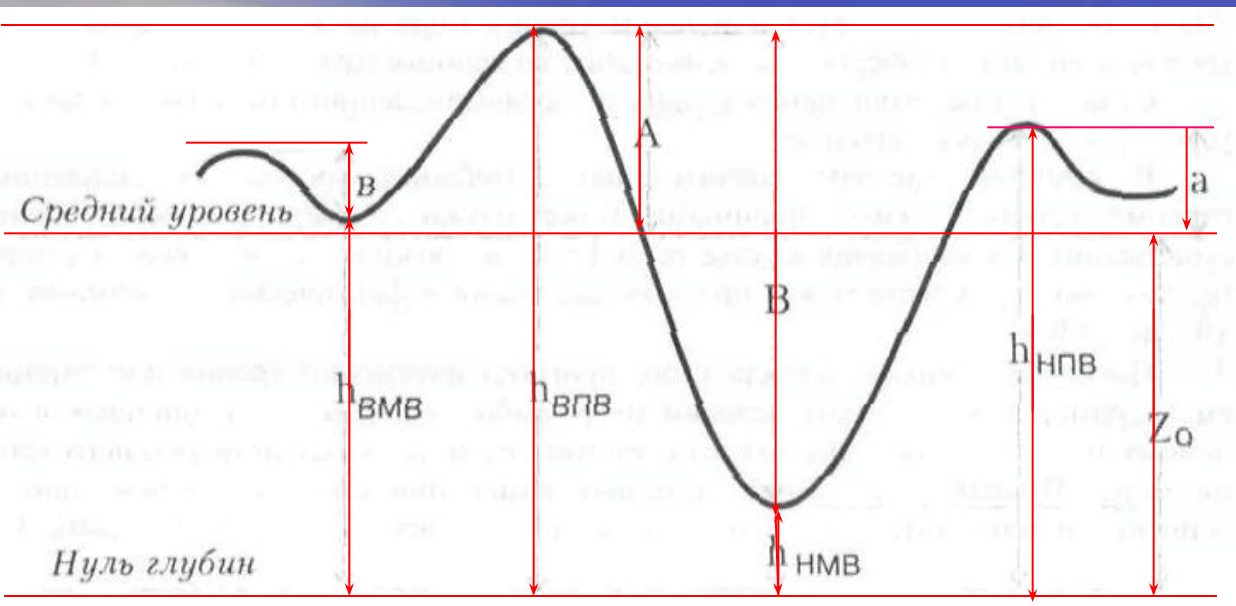
В Таблицах приливов на эти дни даются отрицательные высоты малых вод, которые и надо вычитать из отметок глубин на карте.

В Таблицах приливов и на отечественных морских картах на иностранные воды сохраняются те же нули глубин, какие приняты на соответствующих иностранных картах.

ВСЛЕДСТВИЕ ЭТОГО ТАБЛИЦЫ ПРИЛИВОВ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ПРИ РАБОТЕ С ЛЮБЫМИ ИНОСТРАННЫМИ КАРТАМИ.



ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ИХ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Элементы приливных колебаний уровня моря показаны на рис.2, где представлен график смешанного прилива за одни сутки.

Рис.2. Основные характеристики суточного хода прилива

Большая из двух полных вод за сутки насыпается "высокая полная вода" (**ВПВ**), меньшая из двух полных пол - "низкая полная вода" (**НПВ**); большая из двух малых вод за сутки - "высокая малая вила" (**ВМВ**), меньшая из двух малых под - "низкая малая вода" (**НМВ**).

Амплитуда прилива – высота полной или малой воды от среднего уровня прилива.

Величина прилива – разность между высотами полной и следующей за ней малой воды.

ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЫСОТ, АМПЛИТУД И ВЕЛИЧИН ПРИЛИВОВ

$h_{\text{ВПВ}}$ - высота высокой полной воды;

$h_{\text{НПВ}}$ - высота низкой полной воды;

$h_{\text{ВМВ}}$ - высота высокой малой воды;

$h_{\text{НМВ}}$ - высота низкой малой воды;

Z_0 - высота среднего уровня моря над нулем глубин;

$A = h_{\text{ВПВ}} - Z_0$ - большая амплитуда прилива за сутки;

$a = h_{\text{НПВ}} - Z_0$ - малая амплитуда прилива за сутки;

$B = h_{\text{ВПВ}} - h_{\text{НПВ}}$ - большая величина прилива за сутки;

$b = h_{\text{НПВ}} - h_{\text{ВМВ}}$ - малая величина прилива за сутки.

ПРАКТИЧЕСКИ НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫ:

$h_{\text{ВПВ}}, h_{\text{НМВ}}, B, Z_0$

Высоты полных и малых вод и величины приливов в дни сизигии, квадратур, наибольших склонений Луны и т.п. обозначаются соответствующими буквенными сокращениями впереди основного обозначения, например: **сз.ПВ**, **кв.ПВ**, **сз.В**, **тр. $h_{ВПВ}$** , **тр. $h_{НМВ}$**

где **сз.** - сизигийный прилив,

кв. - квадратурный прилив,

тр. - тропический прилив (при наибольшем склонении Луны).

ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЛИВОВ ПО ВРЕМЕНИ ПРИМЕНЯЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ПОНЯТИЯ:

$t_{пв}$ - время (момент) полной воды,

$t_{мв}$ - время (момент) малой воды.

T_r - время роста - интервал времени, в продолжение которого происходит подъем уровня от малой воды до полной; вычисляется по формуле

$$T_r = t_{пв} - t_{мв}$$

$T_{п}$ - время падения - интервал времени, в продолжение которого происходит падение уровня от полной воды до малой; вычисляется по формуле

$$T_{п} = t_{мв} - t_{пв}$$

СУТОЧНЫЕ НЕРАВЕНСТВА ПРИЛИВОВ

Высоты двух полных, а также двух малых вод, наблюдаемых в один и тот же день, бывают **неравными**.

Разность высот двух последовательных полных или малых вод называется **суточным неравенством в высоте**.

Эти неравенства вызываются изменением приливообразующих сил в связи с изменениями склонений Луны и Солнца.

Для различных пунктов суточные неравенства имеют различные величины - от малозаметного различия в высотах смежных полных или малых вод до полного исчезновения одной полной и одной малой воды.

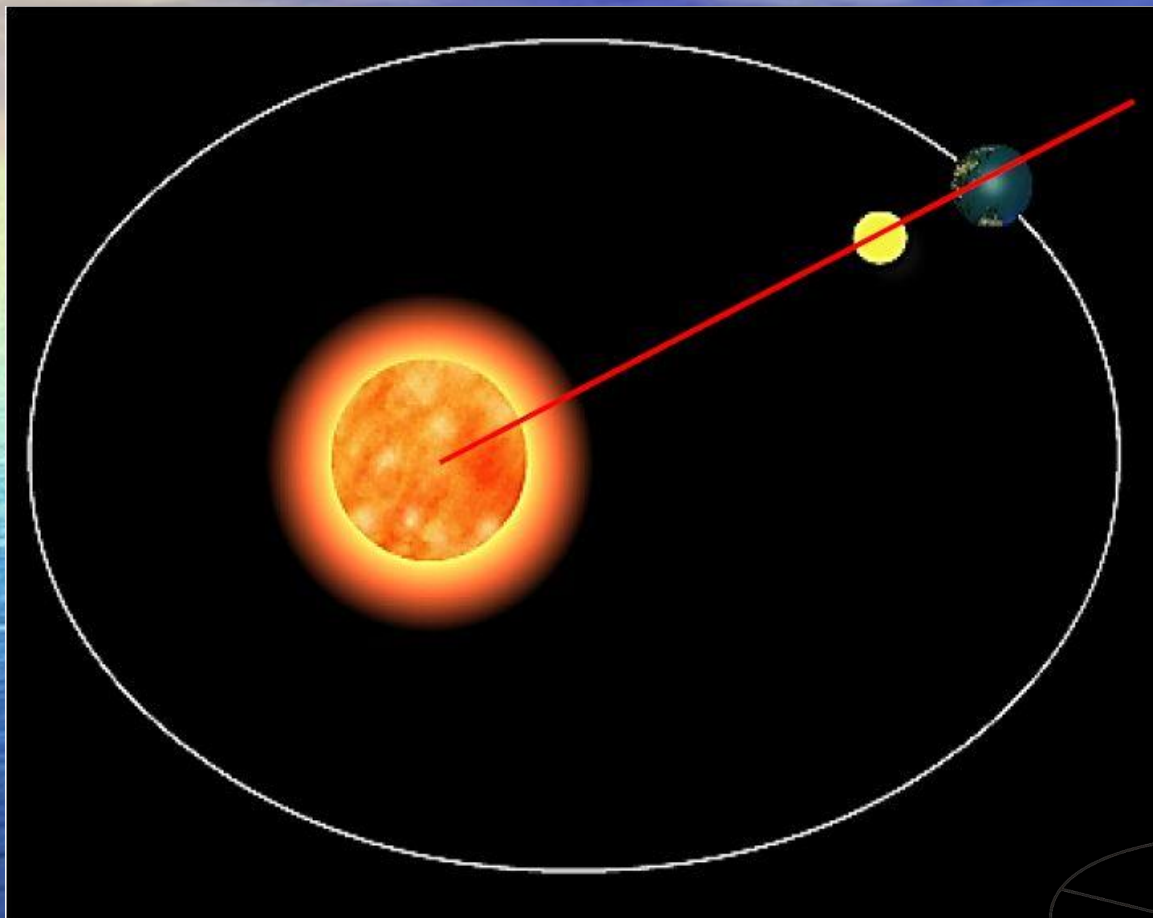
ПОЛУМЕСЯЧНЫЕ НЕРАВЕНСТВА ПРИЛИВОВ

Величины приливов в течение месяца постепенно меняются: два раза в месяц наблюдаются приливы с большими величинами и два раза - с малыми.

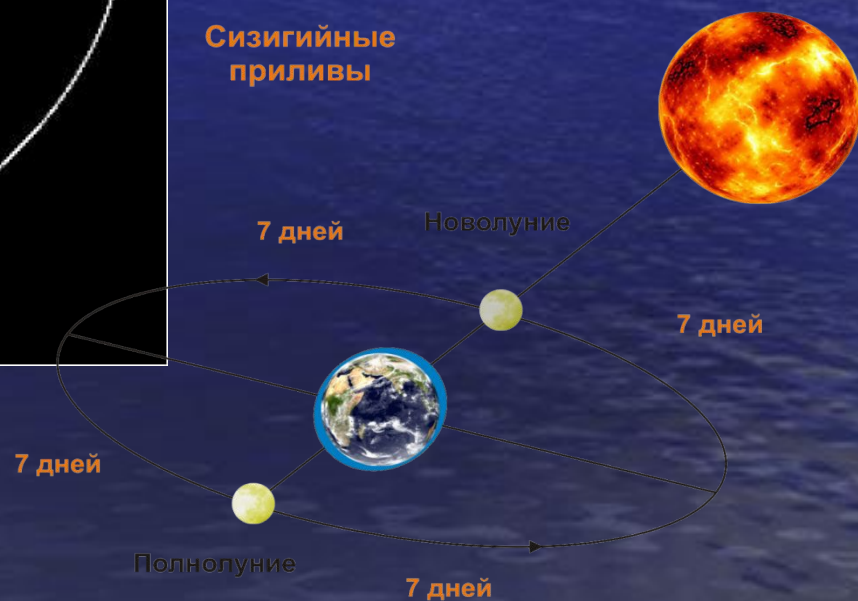
Эти изменения называются **полумесечными неравенствами** в высотах или величинах приливов. Полумесечные неравенства приливов **зависят от фазы Луны и склонений Луны и Солнца.**

Полумесечное неравенство, зависящее от фазы Луны (фазовое неравенство), наиболее ярко проявляется в приливах полусуточного характера.

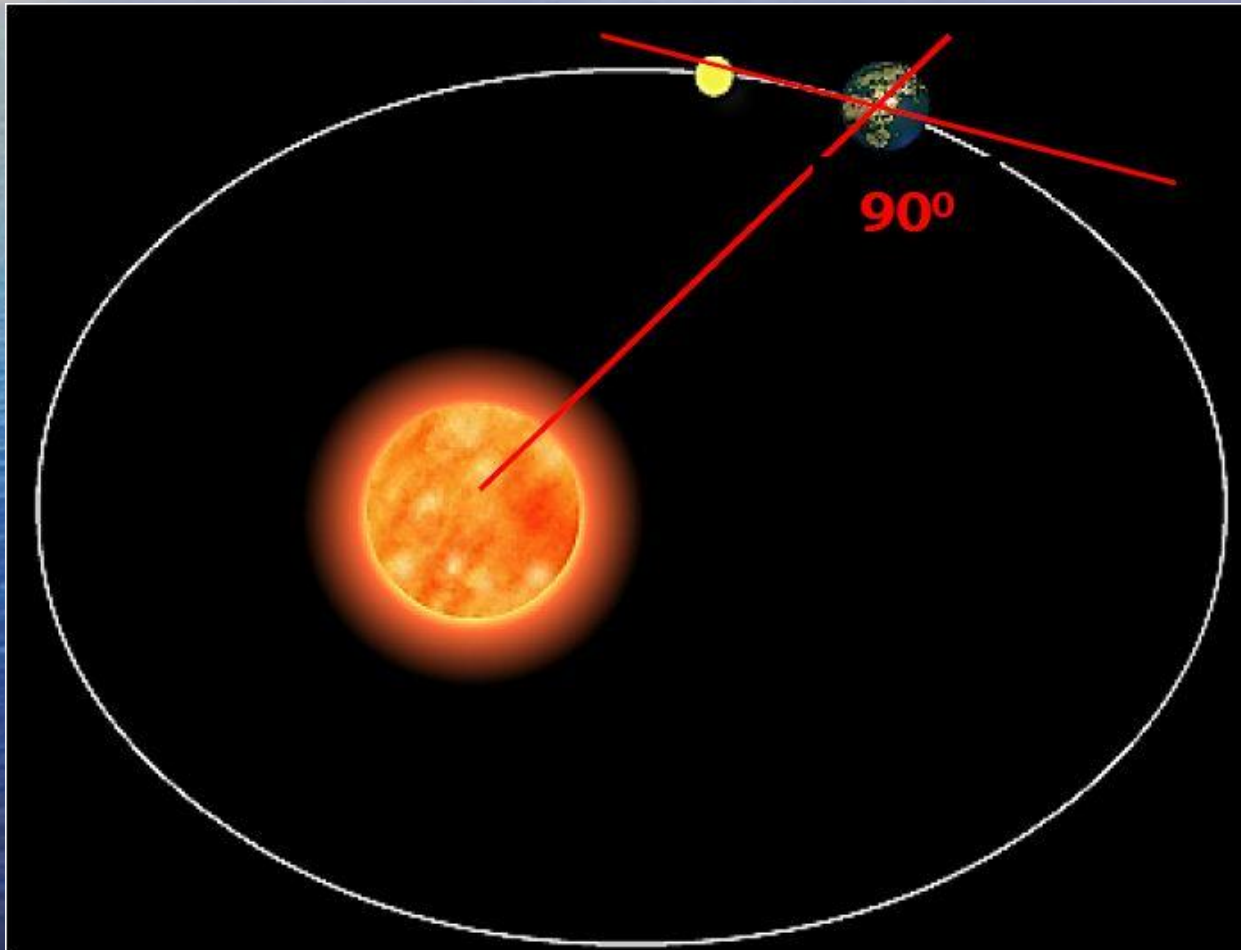
Во время полнолуния и новолуния (т.е. в сизигии) приливообразующие силы Луны и Солнца складываются, и величина полусуточных приливов бывает максимальной - наступают так называемые **СИЗИГИЙНЫЕ ПРИЛИВЫ**.

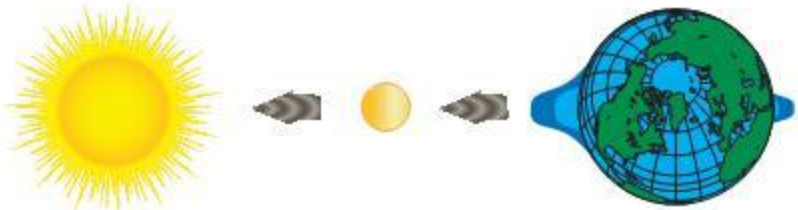


Сизигийные приливы



В первой и третьей четвертях (т.е. в квадратурах), когда приливообразующие силы Луны и Солнца действуют взаимно перпендикулярно, полусуточные приливы имеют наименьшую величину - наступают приливы, называемые **КВАДРАТУРНЫМИ**.





Сизигийный прилив



Сизигийный прилив



Квадратурный прилив

LuxWatch.ua

Сизигийный прилив



Квадратурный прилив



Полумесячное неравенство, зависящее от склонений Луны и Солнца (**тропическое неравенство**), обычно является основным в суточных и неправильных суточных приливах.

При **больших склонениях Луны** приливы называются **ТРОПИЧЕСКИМИ**, они отличаются **большой величиной**.

Во время прохождения Луны через экватор приливы называются **ЭКВАТОРИАЛЬНЫМИ** и имеют **малые величины**.

Величины тропических и экваториальных приливов постепенно изменяются в течение года в зависимости от склонений Луны и Солнца.

МЕСЯЧНЫЕ НЕРАВЕНСТВА ПРИЛИВОВ

Месячное неравенство приливов (**параллактическое**) проявляется в зависимости от изменения расстояния между Землей и Луной.

Большие приливы наблюдаются при наименьшем расстоянии между Землей и Луной (**перигей**).

По мере удаления Луны от Земли приливы уменьшаются и достигают минимальных значений при наибольшем расстоянии между Землей и Луной (**апогей**).

ХАРАКТЕР ПРИЛИВОВ

Характер приливов в океанах и морях земного шара разнообразен.

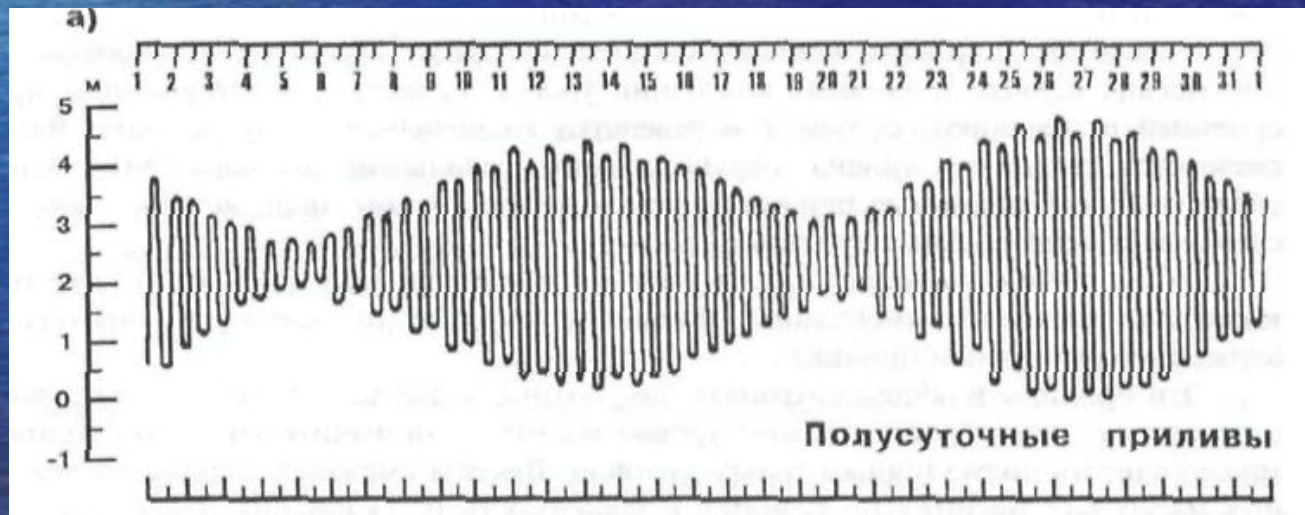
В зависимости от характера приливов точность их предвычисления значительно меняется.

В Российских навигационных пособиях принято следующее подразделение приливов:

- Полусуточные,**
- Смешанные,**
- Суточные,**
- Аномальные.**

ПОЛУСУТОЧНЫЕ ПРИЛИВЫ

При полусуточных приливах в **каждые сутки** бывают **две полные и две малые воды**, вследствие чего период явления составляет половину суток (точнее, половину лунных суток, так как этот период соответствует в среднем 12 ч 25 мин).



Высоты следующих друг за другом полных (малых) вод мало разнятся между собой, т.е. **суточные неравенства в высотах полных (малых) вод невелики.**

Подъем и падение уровня протекают правильно и графически выражаются синусоидальной кривой.

Время роста и время падения уровня практически равны.

Приливы с большими величинами наблюдаются в дни полнолуния и новолуния (**сизигийные приливы**).

В последующие дни эти величины постепенно уменьшаются и с переходом Луны в первую и третью четверти наступают приливы с наименьшими в течение месяца величинами (**квадратурные приливы**).

ХОРОШО ВЫРАЖЕННЫЕ ПОЛУСУТОЧНЫЕ ПРИЛИВЫ НАБЛЮДАЮТСЯ В ПРЕДЕЛАХ ПОЧТИ ВСЕГО АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА И ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНАХ ТИХОГО ОКЕАНА.

СМЕШАННЫЕ ПРИЛИВЫ

Смешанные приливы наиболее сложны по своему характеру, На протяжении месяца период приливных колебаний уровня меняется с полусуточного на суточным и, наоборот, суточные неравенств то появляются, то исчезают или сменяются стояниями уровня, нарушающими правильный ход нарастания или спада уровни.

Смешанные приливы делятся на две группы: неправильные полусуточные и неправильные суточные.

1. НЕПРАВИЛЬНЫЕ ПОЛУСУТОЧНЫЕ ПРИЛИВЫ

Неправильные полусуточные приливы включают также разновидности смешанных приливов, которые по характеру подходит ближе к полусуточным приливам.



Эти приливы в общем сохраняют две полные и две малые воды в сутки, но в некоторые дни второе колебание уровня настолько незначительно, что прилив можно считать полусуточным только условно.

ВЫСОТЫ СМЕЖНЫХ ПОЛНЫХ И СМЕЖНЫХ МАЛЫХ ВОД ЗНАЧИТЕЛЬНО РАЗНЯТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКЛОНЕНИЯ ЛУНЫ.

С увеличением склонения Луны суточные неравенства и высотах увеличиваются, приобретают наибольшее значение в дни максимального северного или южного склонения Луны (**тропические приливы**).

С уменьшением склонения Луны суточные неравенства по высоте уменьшаются и по время прохождения Луны через экватор (экваториальные приливы) имеют наименьшие значения.

В неправильных полусуточных приливах существует разница между временем роста и временем падения уровня.

**НЕПРАВИЛЬНЫЕ ПОЛУСУТОЧНЫЕ ПРИЛИВЫ
РАСПРОСТРАНЕНЫ В ИНДИЙСКОМ И ТИХОМ ОКЕАНАХ.**

2. НЕПРАВИЛЬНЫЕ СУТОЧНЫЕ ПРИЛИВЫ

Неправильные суточные приливы характеризуются тем, что в них преобладают особенности приливов суточного характера.

В течение всего месяца все основные элементы этих приливов меняются в зависимости от склонения Луны.

При прохождении Луны через экватор наблюдаются приливы полусуточного характера с малыми величинами (**экваториальные приливы**).



По мере увеличения склонения Луны нарастают суточные неравенства и высотах смежных полных и смежных малых вод: от суток к суткам увеличивается большая величина приливов и уменьшается малая (тропические приливы).

Когда вторые полная и малая воды оказываются равными, приливы на некоторое время становятся суточными с одной полной и одной малой водами и с более или менее продолжительными стояниями уровня.

С уменьшением склонения Луны изменение периода прилива, суточных неравенств и величин неправильных суточных приливов протекает в обратном порядке.

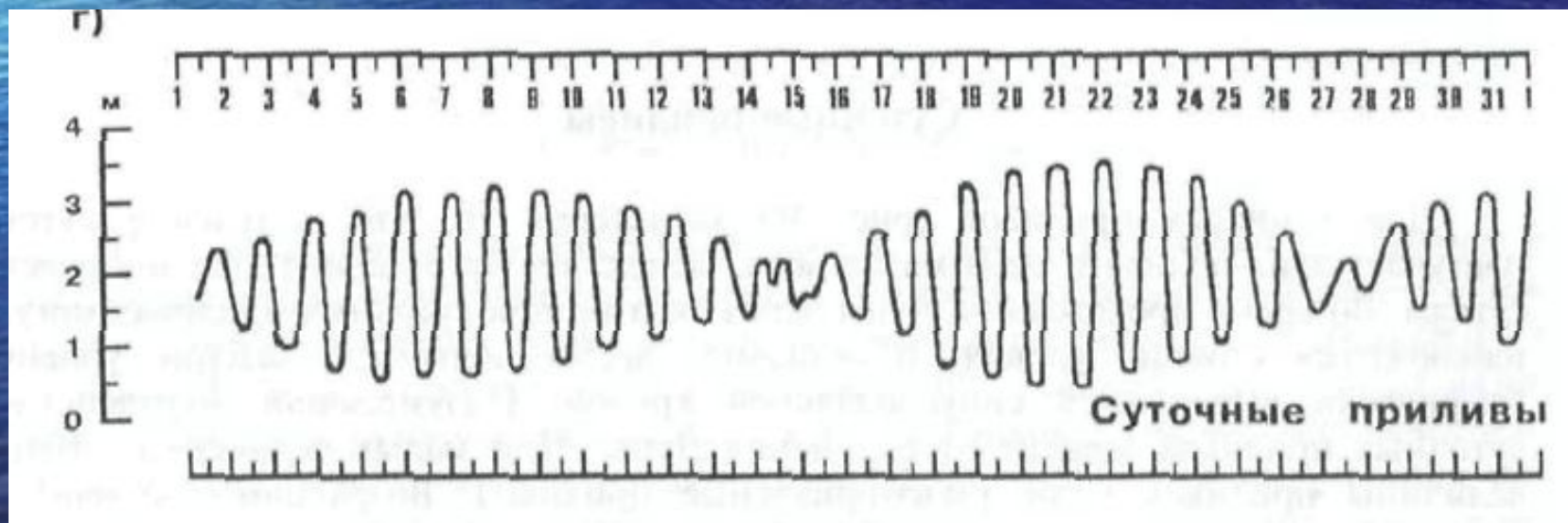
НЕПРАВИЛЬНЫЕ СУТОЧНЫЕ ПРИЛИВЫ ЧАЩЕ ВСЕГО ВСТРЕЧАЮТСЯ В ТИХОМ ОКЕАНЕ.

СУТОЧНЫЕ ПРИЛИВЫ

Для суточных приливов характерно то, что в течение суток наступает **одна полная и одна малая вода**, вследствие чего период явления равен суткам.

Во время прохождения Луны через экватор при суточных приливах могут наблюдаться стоянии уровня.

В остальное время подъем и падение уровня графически выражаются синусоидальной кривой.



Полумесячное неравенство суточных приливов зависит от склонения Луны.

При малых склонениях Луны величины приливов малы (**экваториальные приливы**).

Возрастание величины приливов начинается с увеличением склонении Луны и достигает наибольшего значения в дни, когда склонение Луны становится максимальным (**тропические приливы**).

СУТОЧНЫЕ ПРИЛИВЫ ВСТРЕЧАЮТСЯ РЕДКО, ГЛАВНЫМ ОБРАЗОМ В ТИХОМ ОКЕАНЕ.

АНОМАЛЬНЫЕ ПРИЛИВЫ

Аномальные приливы отличаются по отдельным признакам от перечисленных выше основных видов приливов.

Приливы могут усложняться **влиянием мелководья**, и там, где это влияние заметно выражено, к общему названию прилива добавляется наименование "**мелководный**".

Влияние мелководья проявляется чаще всею и полусуточных приливах и том, что изменяется продолжительности времени роста и падения уровня.

Графически это выражается в нарушении симметрии при подъеме и спаде уровня.

Иногда влияние мелководья настолько значительно, что на кривой полусуточных приливов появляются дополнительные полные и малые воды, т.е. приливы становятся двойными полусуточными.

ТАКИЕ ПРИЛИВЫ ВСТРЕЧАЮТСЯ РЕДКО, В ЧАСТНОСТИ, ОНИ НАБЛЮДАЮТСЯ В ПУНКТАХ ПОРТЛЕНД И САУТГЕМПТОН (ПРОЛИВ ЛА-МАНШ).

БОР (БАРР, МАСКАРЭ, ПОРОРОКА)

Примером искажения приливов местными условиями может служить явление, известное под названием "бор" ("барр", "маскарэ", "поророка") и характерное тем, что прилив продвигается вверх по реке в виде волны или ряда волн с очень резким подъемом уровня.



Бор представляет собой редкое явление и наблюдается, например, в устьях рек Амазонка, Ганг, Цяньтанцзян (залив Ханч-жоувань) и некоторых рек Франции и Англии.



ПОРОРОКА

Дважды в год, в промежуток между февралём и мартом, воды Атлантического океана накатывают вместе с приливом вверх от устья Амазонки на территории Бразилии, создавая самую длинную на земле волну.



Устье реки Амазонка

ПОРОРОКА - на языке индейцев тупи это название одновременно означает “невероятный шум”, «гремящая вода» и даже «убийца».

Масштабы разрушений, причиняемых окружающей среде тех мест, выжить в которых и без того непросто, временами поражают. Это настоящее чудовище, смертоносное и беспощадное.



Устье реки Амазонка

Эта приливная волна может достигать четырёх метров в высоту и длиться более получаса, за которые она может продвинуться на тринадцать километров вверх по течению Амазонки со скоростью до двадцати пяти километров в час.

Услышать поророку можно на полчаса раньше, чем увидеть; она настолько мощная, что разрушает всё на своём пути: вырывает с корнем деревья, смывает дома местных жителей, не говоря уже о животных.



Устье реки Амазонка



Приливная волна на реке
Цяньтан в Китае, 31 августа
2011 скорость до 40 км/ч, высота
до 13 метров





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

