

**Source :** *Science Magazine*. Leningrad, 1985, pp. 84-88

**Author :** A. I. Babkov

**Title :** On the principles of determination of hydrological seasons  
(on example of the Chupa Inlet of the White Sea)

**Summary :** Oceanological characteristics change relatively slow in winter and summer but they change sharply in spring and autumn. In order to distinguish hydrological seasons dates of sharp changes of the sea water temperatures are determinated when they grow and fall. The end of spring and the beginning of autumn are determinated by the dates, when the velocity of temperature changes attain maximum, the beginning of spring and the end of autumn are determinated by the dates of transition of the temperature across the zero. Period of the negative temperatures is hydrological winter. Period between dates of the both maximums of the velocity of temperature changes is hydrological summer.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ИССЛЕДОВАНИЯ ФАУНЫ МОРЕЙ  
31 (39)

БИОЦЕНОЗЫ  
ГУБЫ ЧУПА  
БЕЛОГО МОРЯ  
И ИХ СЕЗОННАЯ  
ДИНАМИКА

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ



ЛЕНИНГРАД  
«НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

1985

# О ПРИНЦИПАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ СЕЗОНОВ (НА ПРИМЕРЕ ГУБЫ ЧУПА БЕЛОГО МОРЯ)

А.И. Б а б к о в

A.I. B a b k o v. On the principles of determination of hydrological seasons (on example of the Chupa Inlet of the White Sea)

Понятие „сезонность“ часто фигурирует как в гидрологических, так и в гидробиологических работах, и это закономерно, поскольку биологические сезоны зависят от сезонов гидрологических (Богоров, 1941). Действительно, выделение гидрологических сезонов (при условии, что оно основано на вполне определенных критериях) позволяет объективно оценить межгодовую изменчивость сроков их наступления, продолжительности и окончания и – в известной мере – прогнозировать особенности протекания процессов в водной среде, имеющих сезонный характер. Например, объективное выделение гидрологических сезонов может служить достаточным основанием для предсказания временных особенностей хода биологических процессов: сроков нереста, вспышек развития планктона и т.п. Но до сих пор, когда речь идет о гидрологических сезонах, зачастую четко не устанавливаются их границы и продолжительность, так как для этого не приняты какие-либо объективные критерии.

В опубликованных работах предлагаются различные способы определения границ гидрологических сезонов, использование которых предусматривает привлечение данных о слое температурного скачка (Гансон, 1969; Зубин, 1979; Широков, 1969) или же требует расчета коэффициентов корреляции между температурными характеристиками смежных произвольно выбранных промежуточных времени в течение годового цикла (Берникова, 1977). Предложенные способы достаточно трудоемки и не лишены субъективности в отношении выбора исходных величин.

С другой стороны, представляются вполне логичными соображения по поводу выделения гидрологических сезонов, изложенные в работе В.Н. Степанова (1961), где за основу принято изменение во времени градиентов температуры. Действительно, если считать, что основные сезоны (зима, лето) должны характеризоваться некоторой стабильностью в распределении основных океанологических характеристик, то в переходные сезоны (весна, осень) должно происходить их более или менее резкое изменение, и тогда различие градиентов характеристик служит вполне объективным критерием для их выделения. Однако, на наш взгляд, предложенный В.Н. Степановым (1961) способ требует некоторых уточнений.

Суть этих уточнений иллюстрируется на конкретном примере выделения гидрологических сезонов в губе Чупа Белого моря, где к настоящему времени гидрологические наблюдения, проводимые Беломорской биологической станцией Зоологического института АН СССР, составили непрерывный ряд продолжительностью более 20 лет, на основании которого получены досто-

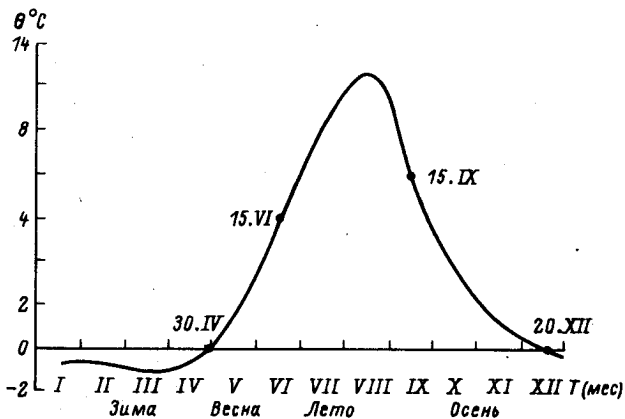


Рис. 1. Годовой ход средней температуры поверхностного 10-метрового слоя воды в устьевой части губы Чупа Белого моря.

верные средние характеристики режима температуры и солености этой части моря.

На рис. 1 представлен график годового хода средней температуры воды поверхностного 10-метрового слоя, отражающий и годовой ход теплозапаса этого слоя воды (Самойленко, 1959).

Учитывая общие закономерности гидрологического режима замерзающих морей, можно, по-видимому, считать гидрологической зимой тот промежуток времени, когда температура воды имеет отрицательные значения, а соответствующие даты перехода температуры воды через ноль считать началом и концом зимы. Следует также иметь в виду, что переход температуры воды через ноль знаменует вполне реальные природные явления: начало замерзания воды (на распресненных участках) и завершение таяния льда.

Оставшийся период времени (период положительных температур) относится к весне, лету и осени, и обозначить границы между этими сезонами можно, исходя из следующих соображений. Если рассматривать годовой ход средних температур поверхностного 10-метрового слоя воды ( $\theta$ ) как функцию времени ( $t$ ), то на участке графика, соответствующем „теплому“ периоду года, выделяются две характерные точки, где скорость изменения  $\theta$  максимальна ( $\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \max$ ). Так как любые переходные периоды характеризуются

наиболее быстрым изменением основных показателей и в том числе температуры воды, то логично считать гидрологической весной период от даты перехода температуры через ноль до даты, соответствующей первому максимуму скорости изменения  $\theta$ . За точкой первого максимума приращение величины  $\theta$  идет медленнее, что соответствует летнему сезону, который характеризуется стабилизацией процесса накопления тепла. В середине августа величина  $\theta$  достигает максимума, после чего уменьшается, причем темп этого уменьшения достигает максимума во второй точке ( $\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \max$ ),

а затем уменьшение величины идет медленнее. Таким образом, период между двумя максимумами скорости изменения  $\theta$  логично считать гидрологическим летом, а период от второго максимума до даты перехода величины  $\theta$  через ноль – гидрологической осенью.

Итак, нами рассмотрен годовой ход средней температуры воды в 10-метровом поверхностном слое и выделены гидрологические сезоны для этого слоя. Применительно к 10-метровому поверхностному слою можно принять, что в среднем гидрологическая зима длится с 20 декабря по 30 апреля,

Т а б л и ц а 1

Гидрологические сезоны в деятельном слое Белого моря

Сезон	Годы		
	Теплый	Средний	Холодный
Зима	15.II-8.V (82 дня)	1.I-20.V (140 дней)	27.XI-6.VI (161 день)
Весна	8.V-26.VI (49 дней)	20.V-4.VII (45 дней)	6.VI-19.VII (43 дня)
Лето	26.VI-1.X (97 дней)	4.VII-11.X (99 дней)	19.VII-19.X (92 дня)
Осень	1.X-15.II (137 дней)	11.X-1.I (81 день)	19.X-27.XII (69 дней)

гидрологическая весна - с 30 апреля по 15 июня, гидрологическое лето - с 15 июня по 15 сентября и гидрологическая осень - с 15 сентября по 20 декабря.

По многолетним средним значениям поверхностной температуры воды в кутовой части Кандакашского залива, были выделены гидрологические сезоны тем же способом, и результаты оказались близкими.

Совершенно естественно, что в более глубоких слоях воды даты перехода температуры через ноль будут запаздывать, а потому сроки сезонов будут сдвинуты по отношению к таковым в поверхностном слое. Поэтому имеет смысл говорить о гидрологических сезонах лишь применительно к определенному слою воды.

Вместе с тем, поскольку деятельным слоем принято считать тот слой воды, в котором ощутимы сезонные колебания температуры, то представляет определенный интерес выделение сезонов во всем деятельном слое в целом.

Выполненный нами ранее (Бабков, 1978) анализ 20-летнего ряда наблюдений в стационарной точке в устьевой части губы Чупа на глубине 65 м позволил выявить в этом ряду „теплые“ и „холодные“ годы на основании расчета среднегодовой температуры всей толщи воды до дна. Заметим, что для условий Белого моря весь этот 65-метровый слой является деятельным, так как на глубине 65 м ощутимы сезонные колебания температуры. На рис. 2 представлены кривые годового хода средней температуры деятельного слоя для „теплого“, „среднего“ и „холодного“ года. На трех кривых отмечены точки перехода температуры воды через ноль, а также точки, соответствующие I-му и II-му максимумам скорости изменения температуры. Короче, разграничены сезоны в „теплом“, „холодном“ и „среднем“ годах во всем деятельном слое воды. Даты, соответствующие характерным точкам и продолжительности сезонов, сведены в табл. 1.

Данные табл. 1 позволяют отметить следующие моменты: 1) продолжительность зимнего сезона в „холодном“ году почти вдвое превышает таковую в теплом, 2) начало весны и лета закономерно запаздывает в „среднем“ и „холодном“ годах (по отношению к „теплому“), 3) продолжительность весеннего периода во все годы практически одинакова, 4) осенний период наиболее продолжителен в „теплом“ году и почти в два раза меньше в „холодном“ году.

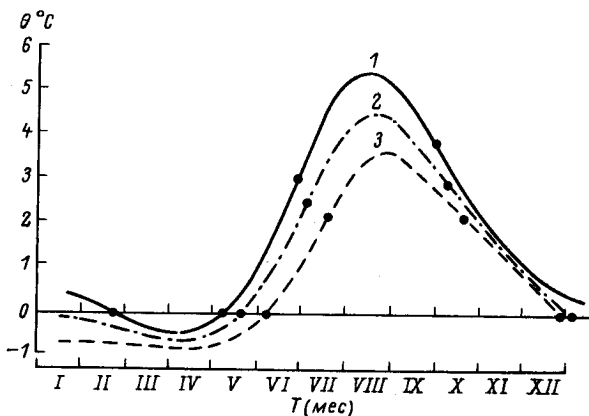


Рис. 2. Годовой ход средней температуры 65-метрового слоя воды в устьевой части губы Чупа Белого моря в „теплом“ (1), „среднем“ (2) и в „холодном“ (3) году.

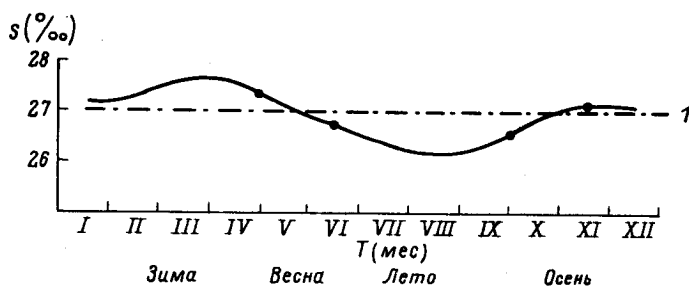


Рис. 3. Годовой ход средней солености 50-метрового слоя воды в устьевой части губы Чупа Белого моря.

1 — среднегодовая соленость воды на глубине 50 м.

На наш взгляд разобранный выше на примере Белого моря прием выделения гидрологических сезонов может быть обобщен и применен для разграничения сезонов в морях с круглогодичной положительной и круглогодичной отрицательной температурами. Для таких морей сезоны могут быть определены, исходя из следующих соображений.

Имея достаточно продолжительные измерения гидрологических характеристик (температуры воды, в первую очередь) в каком-либо районе моря, следует рассчитать среднегодовую температуру выбранного слоя и условно считать период с температурами выше средней „теплым“, а период с температурами ниже средней — „холодным“. Далее, определив на графике функции  $\theta(t)$  точки максимумов скорости изменения  $\theta$ , можно считать, что первый максимум соответствует концу весны, а второй — началу осени.

Для определения моментов начала весны и конца осени можно рассуждать следующим образом: поскольку переходные сезоны в равной мере относятся как к „теплой“, так и к „холодной“ половине года, то началом весны можно считать момент времени, предшествующий дате достижения температурой ее среднегодового значения на величину, равную промежутку времени от этой же даты до момента, соответствующего первому максимуму скорости изменения  $\theta$ . Конец осени определяется на основании тех же соображений.

Предлагаемый прием выделения гидрологических сезонов можно использовать и в том случае, если рассматривать в качестве показателя какую-либо другую океанологическую характеристику с выраженной сезонной изменчивостью.

В качестве примера на рис. 3 представлен годовой ход средней солености 50-метрового слоя воды в устьевой части губы Чупа. Границы сезонов, отмеченные на рис. 3, определены на основании изложенных выше соображений (с учетом специфики годовой изменчивости солености) и общих представлений о гидрологическом режиме губы Чупа и Белого моря в целом.

Как и следовало ожидать, границы сезонов, найденные на основании анализа годового хода солености, близки к таковым, найденным на основании анализа годового хода температуры.

Рассмотренный способ выделения гидрологических сезонов, базируясь на учете естественного хода природных процессов, достаточно прост, универсален и вполне объективен, а потому, как нам кажется, заслуживает внимания.

#### Л и т е р а т у р а

- Бабков А.И. Изменчивость гидрологического режима губы Чупа Белого моря. - В кн.: Морфология, систематика и эволюция животных. Л., 1978, с. 44.
- Берникова Т.А. О выделении временных границ гидрологических сезонов. - В кн.: Изучение открытой части Атлантического океана. Л., 1977, с. 81-88.
- Богоров В.Г. Биологические сезоны в планктоне различных морей. - Докл. АН СССР, 1941, т. 31, № 4, с. 403-406.
- Гансон П.П. О способе определения сроков гидрологических сезонов. - В кн.: Материалы 13-й науч. конф. Дальневост. ун-та. Владивосток, 1969, ч. 4, вып. 1, с. 126-130.
- Зубин А.Б. Об определении гидрологических сезонов: (на примере северной части Атлантического океана). - Океанология, 1979, т. 19, вып. 1, с. 38-41.
- Самойленко В.С. Формирование температурного режима моря. М., 1959. 200 с.
- Степанов В.Н. Годовой ход температуры воды на поверхности Мирового океана и гидрологические сезоны. - Океанология, 1961, т. 1, вып. 3, с. 399-406.
- Широков Л.В. Характеристика гидрологических и биологических сезонов в Северном море. - Тр. Атлант. НИРО, 1969, вып. 23, с. 3-10.