




# География Мирового океана

## Лекция 7

*Самые крупные апвеллинги в Мировом океане. Перуанский апвеллинг.  
Апвеллинги в Черном и Каспийском морях. Биологическая продуктивность.*

**Мысленков Станислав Александрович**  
МГУ имени М.В.Ломоносова, Географический факультет,  
кафедра океанологии  
[stasocean@gmail.com](mailto:stasocean@gmail.com)



# Апвеллинг

**Апвеллинг** - upwelling можно перевести как «вырываться вверх».

**Апвеллинг** – это подъем глубинных вод на поверхность. Чаще всего эти процессы характерны для западных берегов материков, но могут наблюдаться практически в любой точке Мирового океана. В океанологии выделяется несколько типов апвеллинга:

ветровой (наблюдается в открытом море);

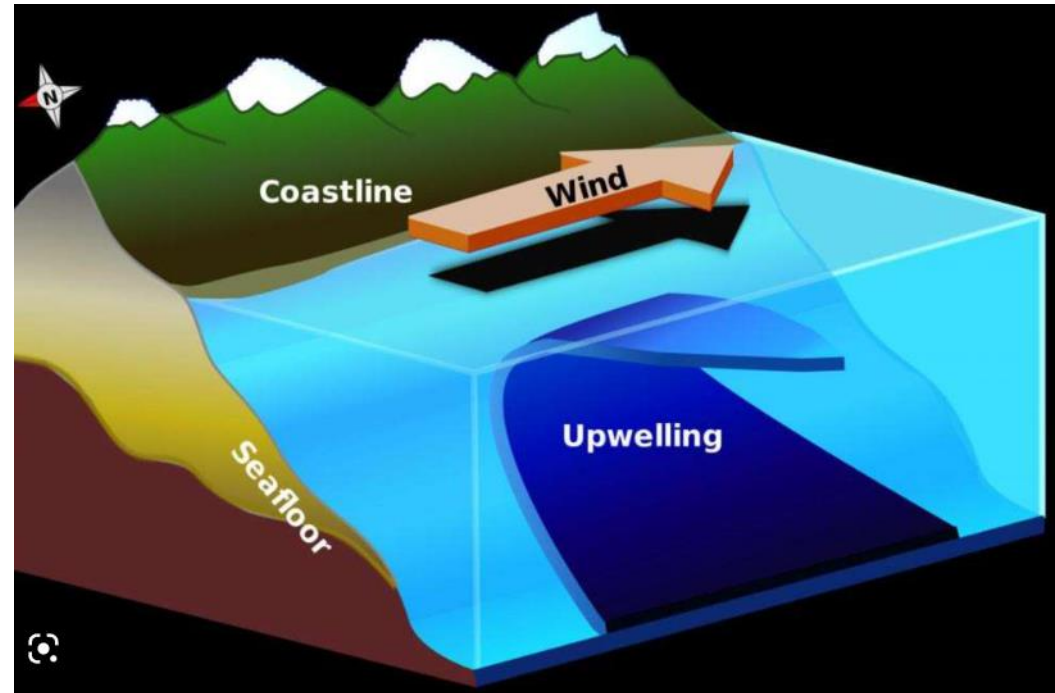
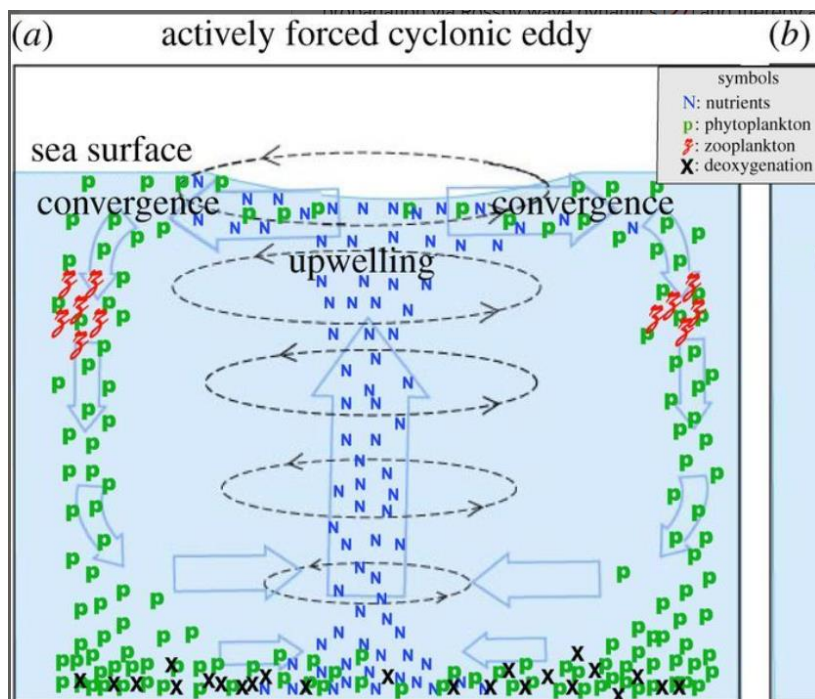
прибрежный;

вихревой;

топографический;

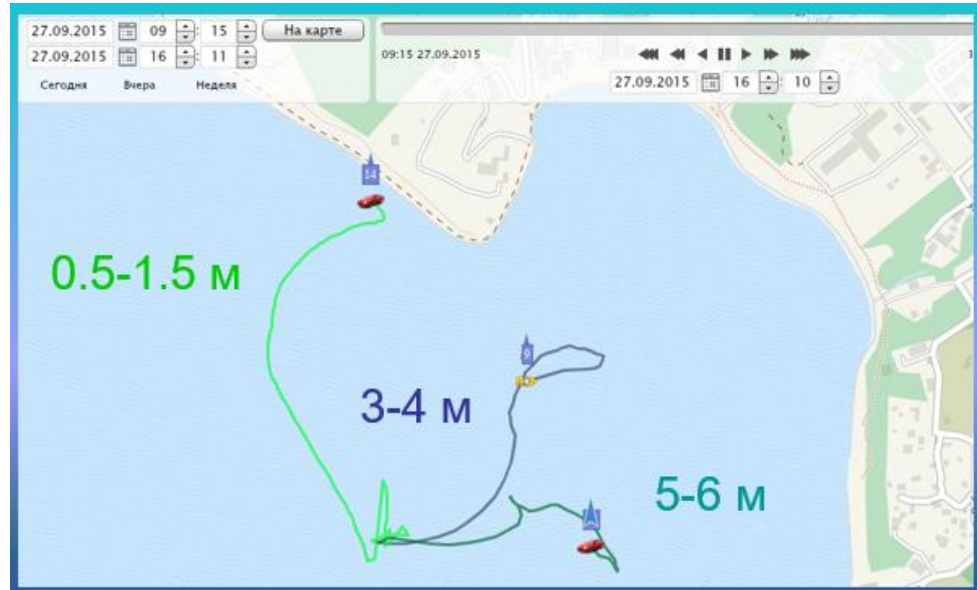
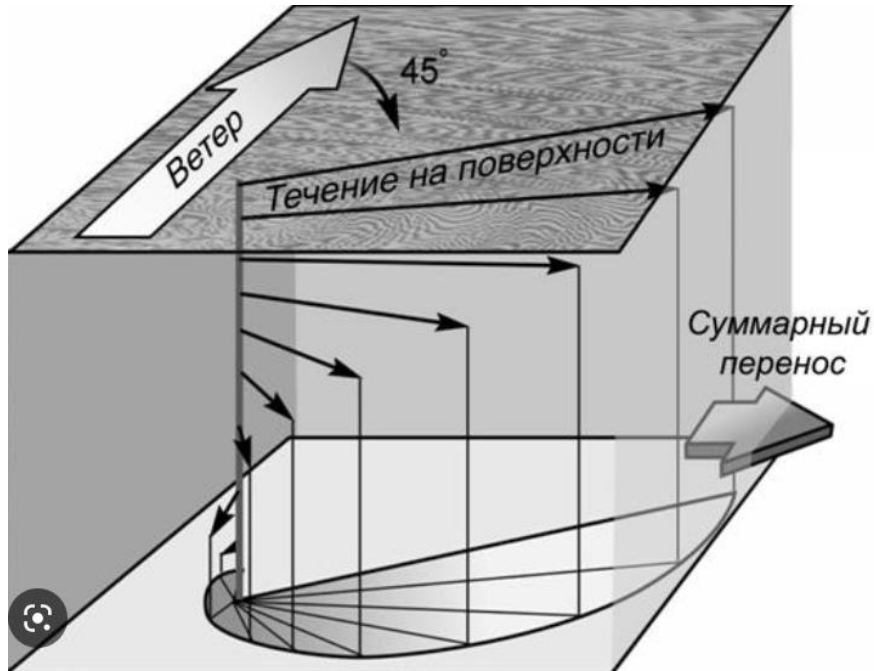
циклонический (вызван прохождением тропического циклона).

Существует также процесс, обратный апвеллингу – **даунвеллинг** (downwelling).



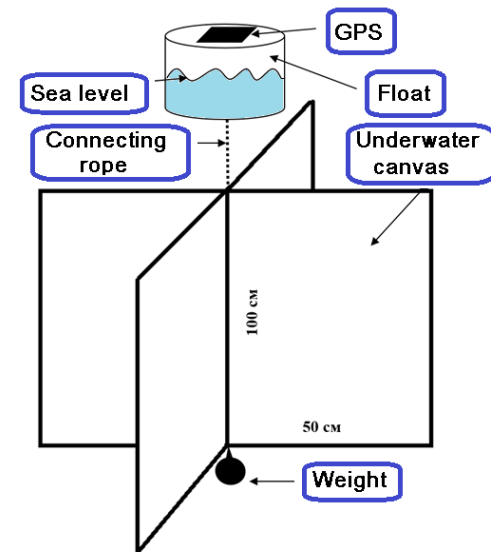


# Теория Экмана



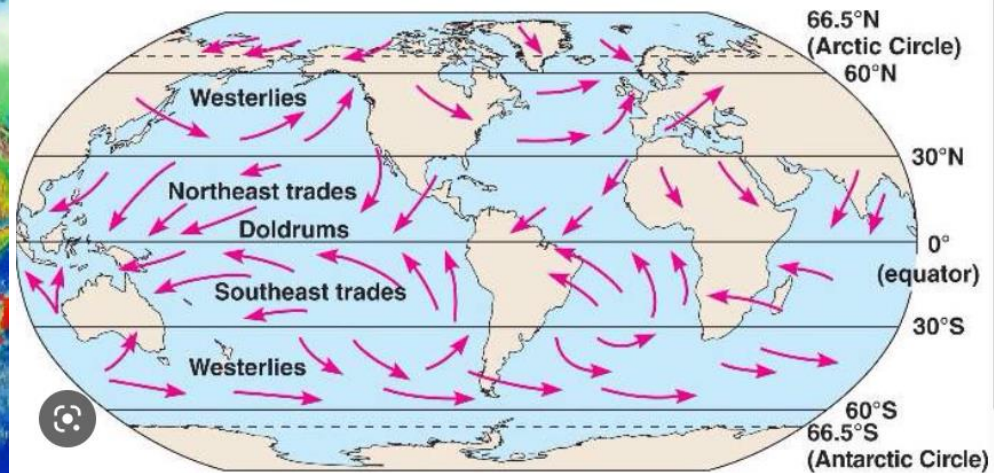
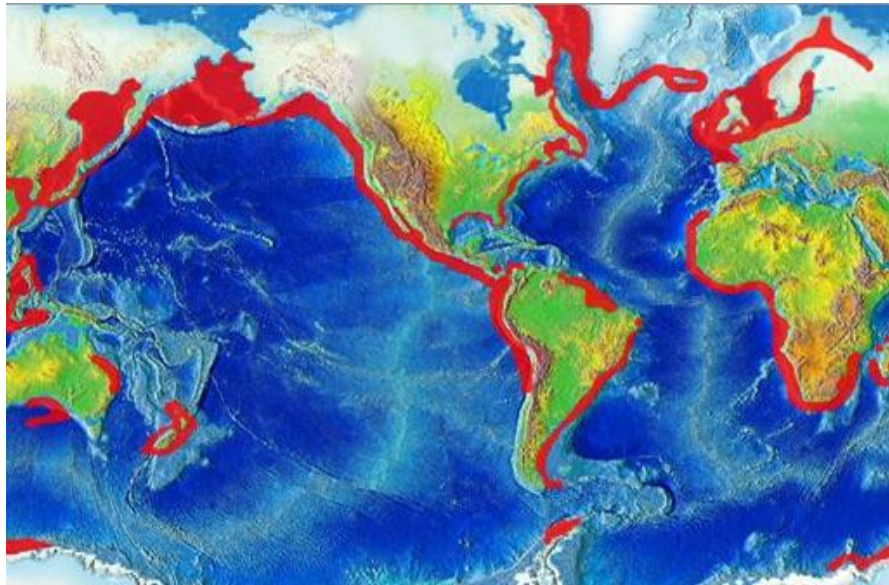
$$v_x = \pm v_0 e^{-kz} \cos\left(\frac{\pi}{4} \mp kz\right);$$

$$v_y = v_0 e^{-kz} \sin\left(\frac{\pi}{4} \mp kz\right).$$



# Распространение апвеллингов

Распределение мирового вылова рыбы и морепродуктов в Мировом океане неравномерно. Более половины годового вылова приходится на районы, расположенные в прибрежных частях Атлантического и Тихого океанов, занимающих всего около 0.1 % от площади океана. В этих районах наблюдается возникающее под воздействием пассатных ветров и силы Кориолиса явление «апвеллинга» – мощные вертикальные движения, выносящие из глубинных и промежуточных слоев в верхний фотический слой океана воды с высоким содержанием биогенных элементов (нитратов, фосфатов, силикатов). В результате этого в районах апвеллинга формируются зоны повышенного первичного продуцирования вод и интенсивного развития планктонных сообществ, что создает благоприятные условия для существования популяций пелагических рыб. К наиболее значительным по площади и биомассе апвеллингам в Мировом океане относятся: Калифорнийский, Перуанский, Канарский и Бенгельский.

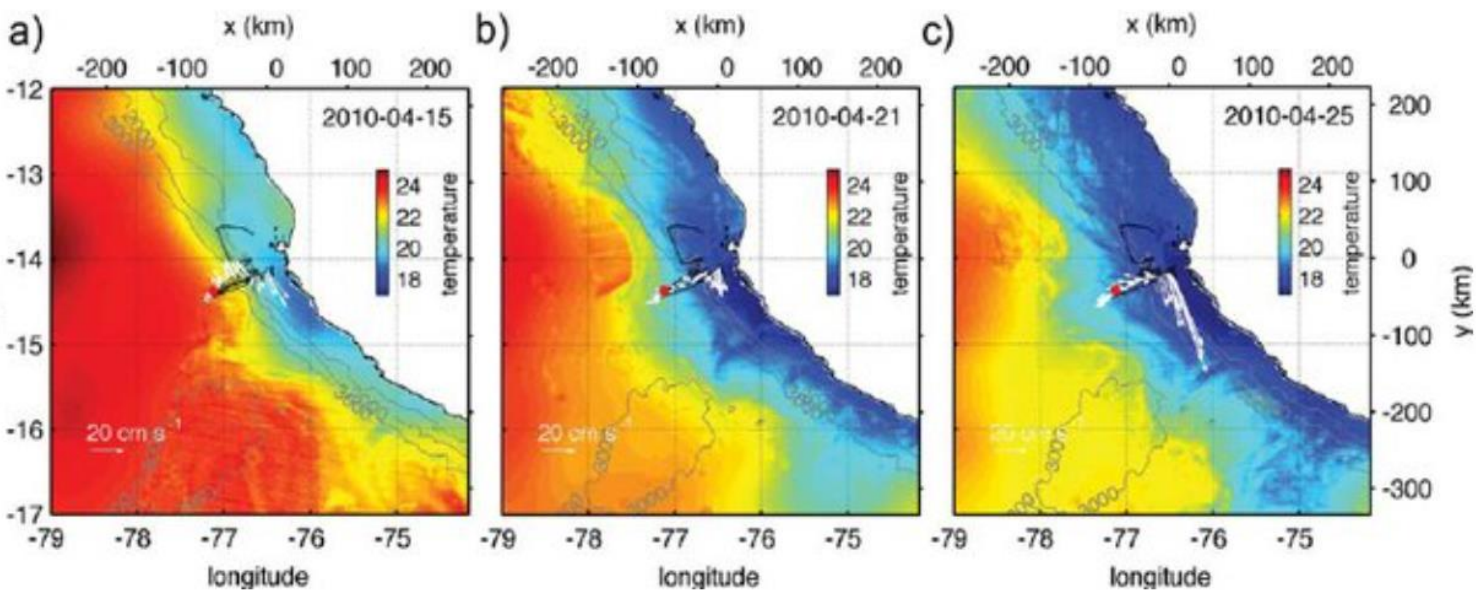
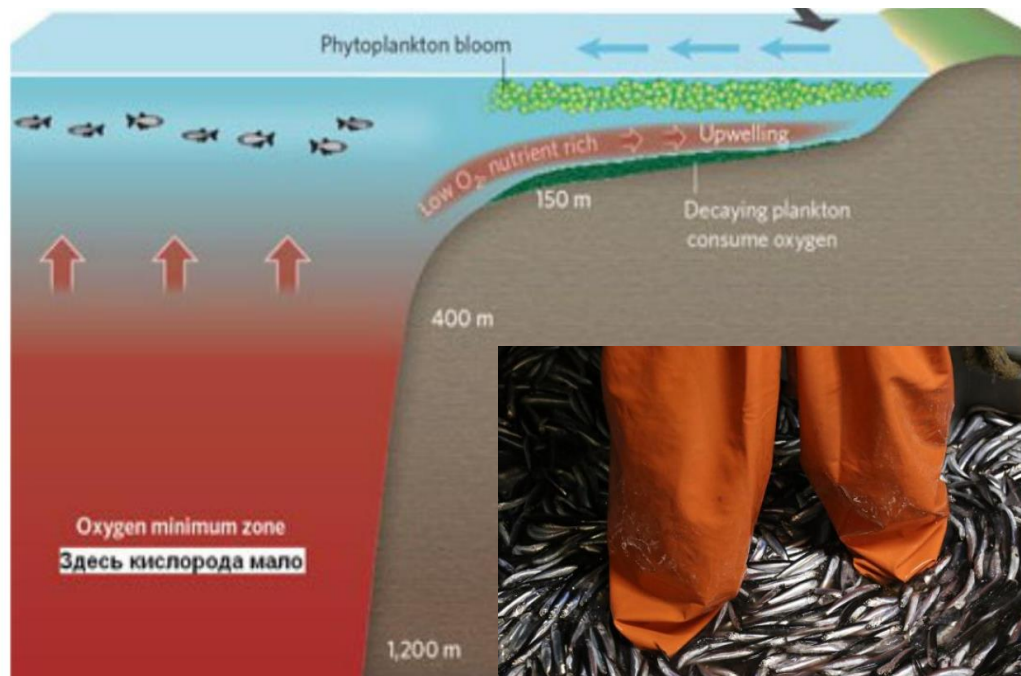




# Распространение апвеллингов

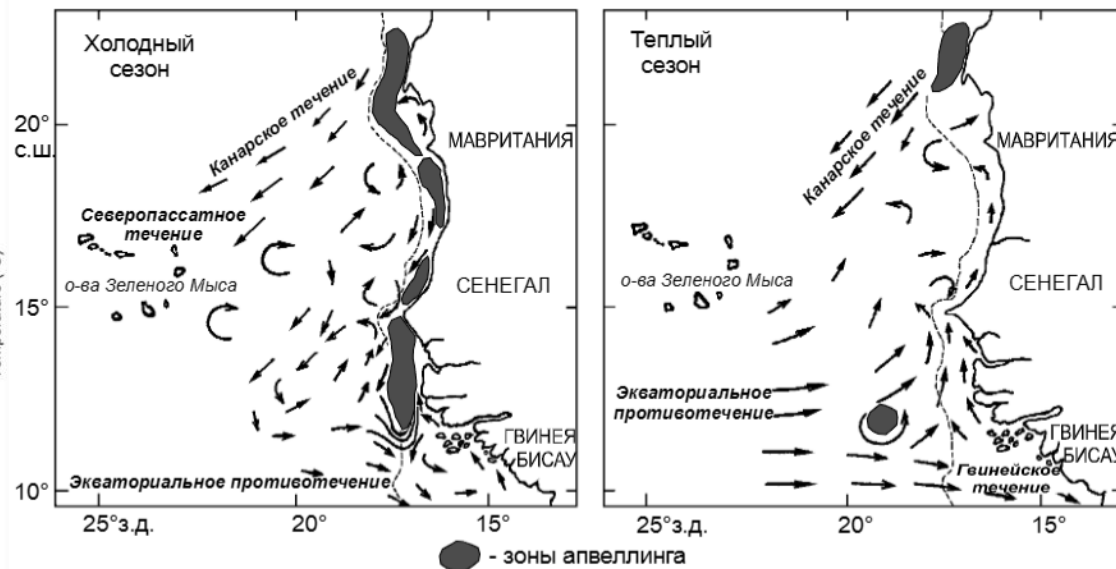
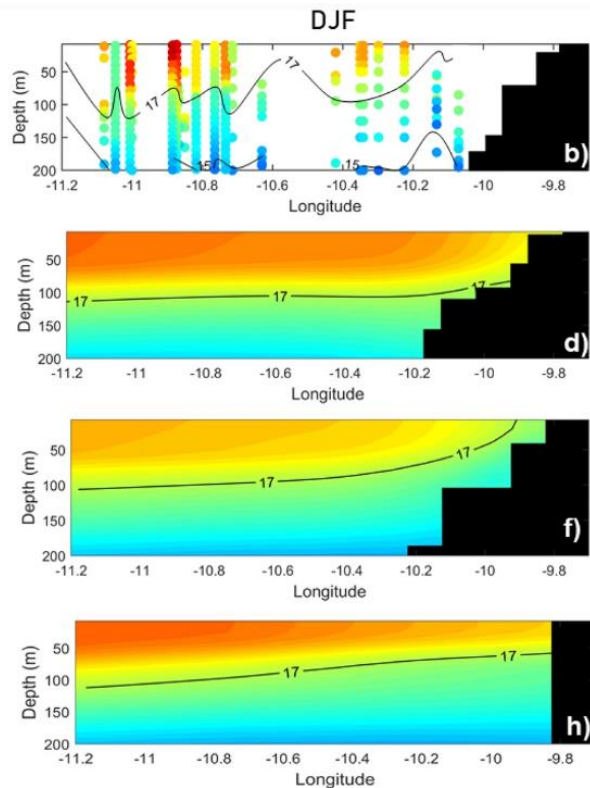


# Перуанский апвеллинг



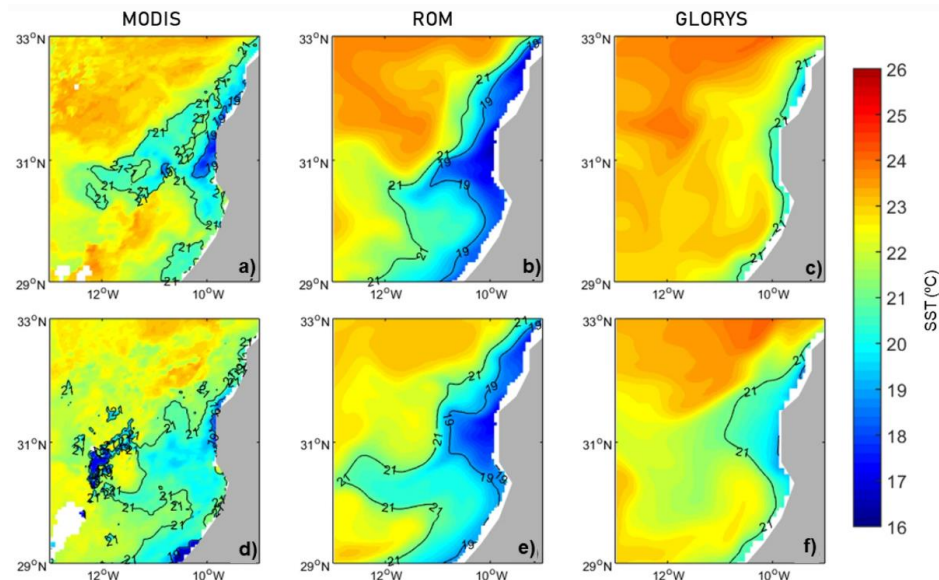


# Канарский апвеллинг



**Основные характеристики биомассы отдельных пелагических рыб и их общей биомассы в области КА за 1972 – 2000 гг. в млн. т/год**

Вид рыбы, период наблюдений	Статистическая характеристика					
	среднее	стандартное отклонение	коэффициент вариации	максимум (год)	минимум (год)	размах
Сардина, (1972-2000)	3.60	1.87	0.52	8.30 (1986)	1.20 (1980)	7.10
Ставрида западноафриканская, (1979-2000)	1.08	0.18	0.17	1.38 (1993)	0.66 (1981)	0.72
Ставрида обыкновенная, (1973-2000)	0.87	0.23	0.27	1.50 (1977)	0.55 (1990)	0.95
Сардинелла круглая, (1985-2000)	1.57	0.46	0.30	2.28 (1995)	0.80 (1985)	1.48
Скумбрия, (1972-2000)	0.78	0.46	0.58	1.75 (1993)	0.30 (1983)	1.45
Общая биомасса, (1972-2000)	6.92	2.93	0.42	12.41 (1987)	1.99 (1972)	10.42



# Апвеллинги в Черном море

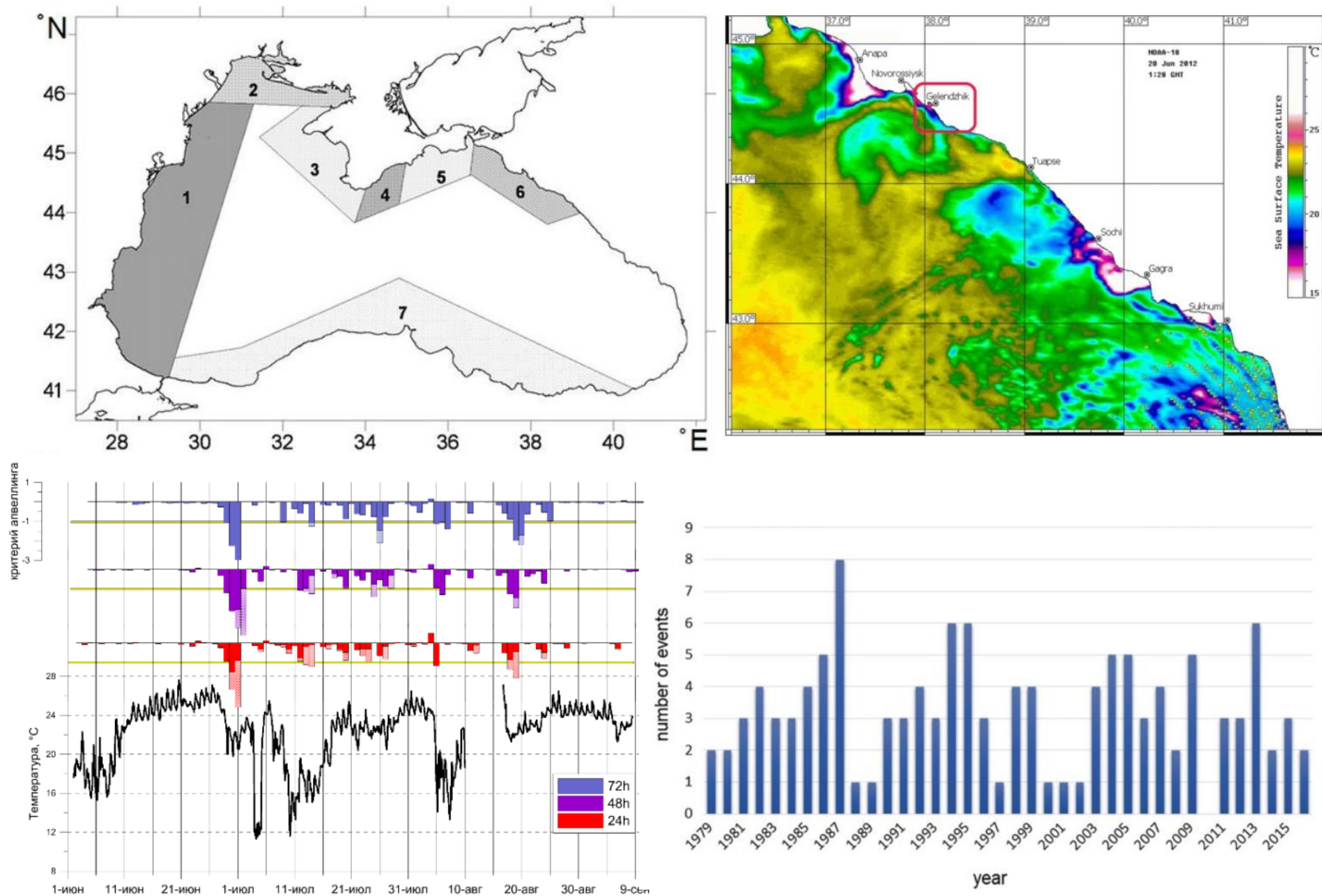


Рис. 3. Изменение ТММ по данным буй WATSEN в Балаклаве и критерия



# Апвеллинги в Каспийском море

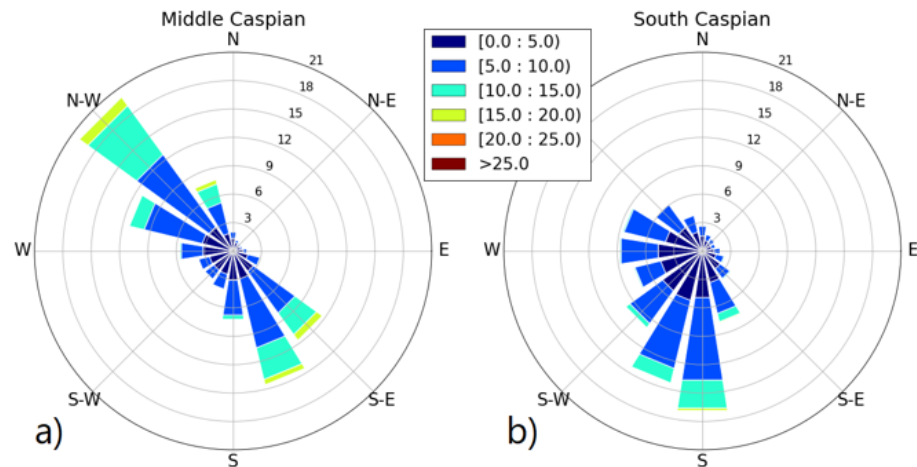
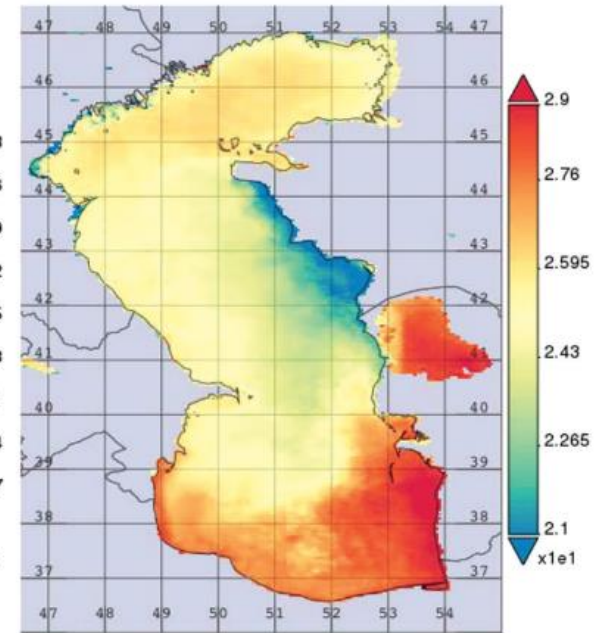
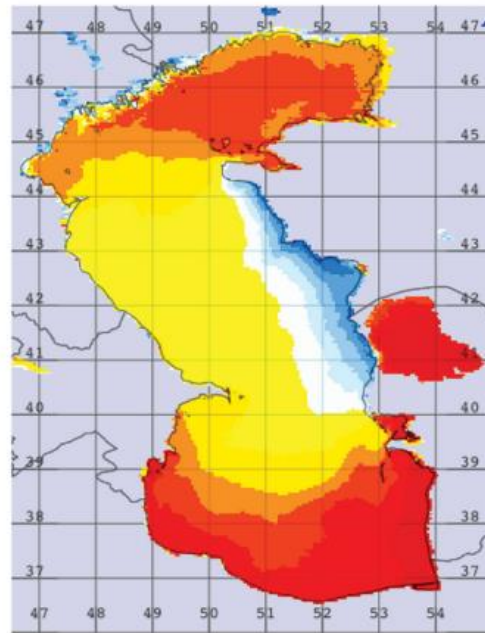
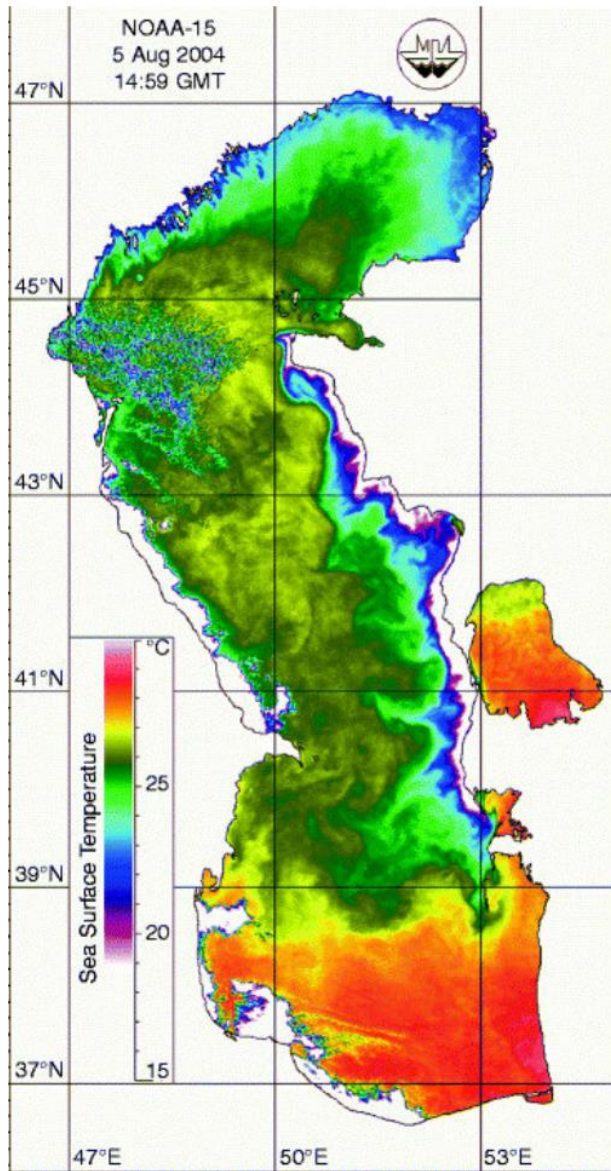


Figure 19 Wind roses for the point in the Middle Caspian Sea (a) and for the point in the South Caspian Sea (b) for the period of 1979-2020

# Биопродуктивность в океане

**Биологическая продуктивность** — понятие, в общем случае, обозначающее воспроизведение биомассы растений, микроорганизмов и животных, входящих в состав экосистемы.

**Первичная продукция** – скорость образования органического вещества в процессе фотосинтеза. Основная часть первичной продукции Мирового океана создается фитопланктоном.

**Биогенные элементы**, лимитирующие первичную продукцию, являются азот и фосфор (Redfield, 1958; Хатчинсон, 1969)

