Новая география Чёрного моря

Работа выполнена при поддержке Всероссийской Общественной Организации
«Русское Географическое Общество»
Грант РГО, договор № 43/2022-И от 05 июля 2022 г.

Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова

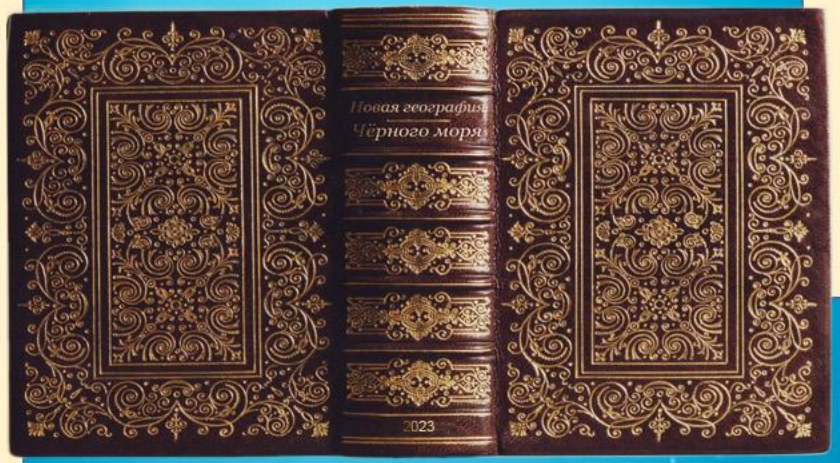
А.М. Булыгин, В.М. Грузинов, А.А. Воронцов, Н.Н. Дьяков, С.А. Проценко

Цели и задачи проекта

Создание специализированной базы данных метеорологических, гидрологических и гидрохимических параметров по региону и акватории Чёрного моря, в том числе массивы данных: срочные значения метеорологических параметров - температура воздуха, атмосферное давление на уровне моря, скорость и направление приземного ветра; измеренные значения гидрологических параметров - температура и солёность воды, уровень моря, высота волн; измеренные значения гидрохимических параметров - содержание растворённого кислорода, показатель общей щёлочности, содержание фосфатов, нитритного и аммонийного азота, кремния и тяжёлых металлов в прибрежной зоне, расчётные значения волнения, скорости и направления течений.

Построение графиков, карт пространственного распределения, основных статистик исследуемых параметров, описание полученных результатов

Анализ полученных результатов. Основные выводы.
Важные изменения и процессы, происходящие в море в настоящий момент.
Определение главных «болевых точек» Чёрного моря и параметров их характеризующих.
Краткий инерционный прогноз состояния моря



Оригинал-макет монографии
«Новая география Чёрного моря»

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

Научная новизна

Научная новизна и актуальность исследования обеспечена соблюдением нескольких условий. Полученные *результаты основываются на обработке и анализе* созданного максимально полного массива информации:
а) за исторический период (нормы гидрометеорологических параметров определялись по данным за 30 лет);
б) за последние пять лет (2018 – 2022 гг.)

В рамках работ по Гранту был осуществлён сбор, обработка и анализ наблюдённых данных со всех видов существующих и официально поставляющих гидрометеорологическую информацию высокой степени достоверности наблюдательных платформ: береговые метеорологические и морские станции, научно-исследовательские суда, дрейфующие буи, данные спутниковых и попутных судовых измерений.

На основе анализа современных данных создано описания текущего режима Чёрного моря в условиях быстро меняющего климата.

Получены современные данные об изменчивости (росте) температуры и солёности воды в деятельном слое Чёрного моря, отмечен рост уровня моря, показано изменение на современном этапе ветрового режима и, следовательно, параметров режима течений в Чёрном море.
Достоверно определено существенное уменьшение толщины аэробного слоя, смещение к поверхности границы сероводородной зоны, беспрецедентное уменьшение содержания растворимого в воде кислорода, что создаёт реальную угрозу биологической жизни в море

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

Исходные данные







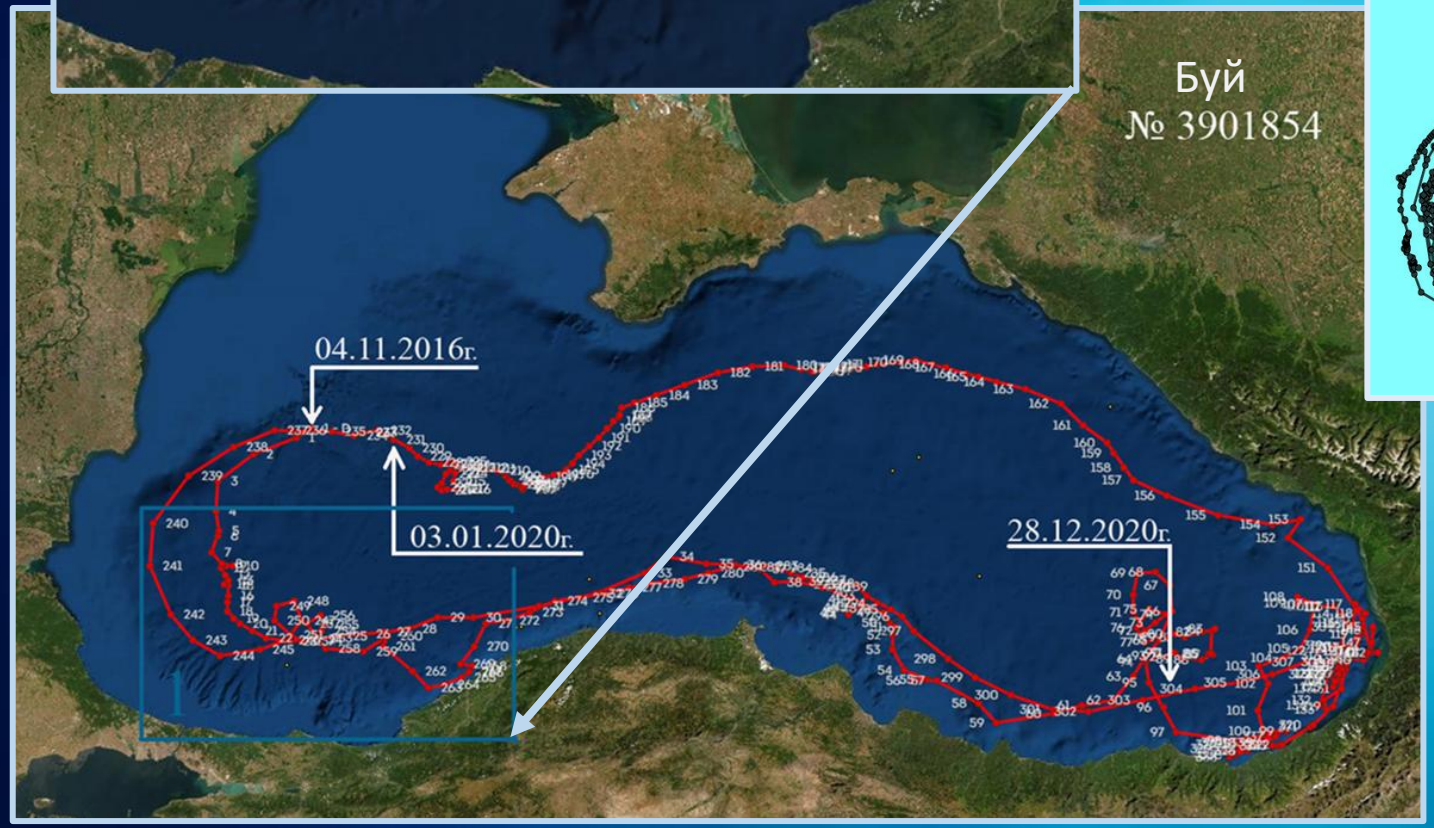


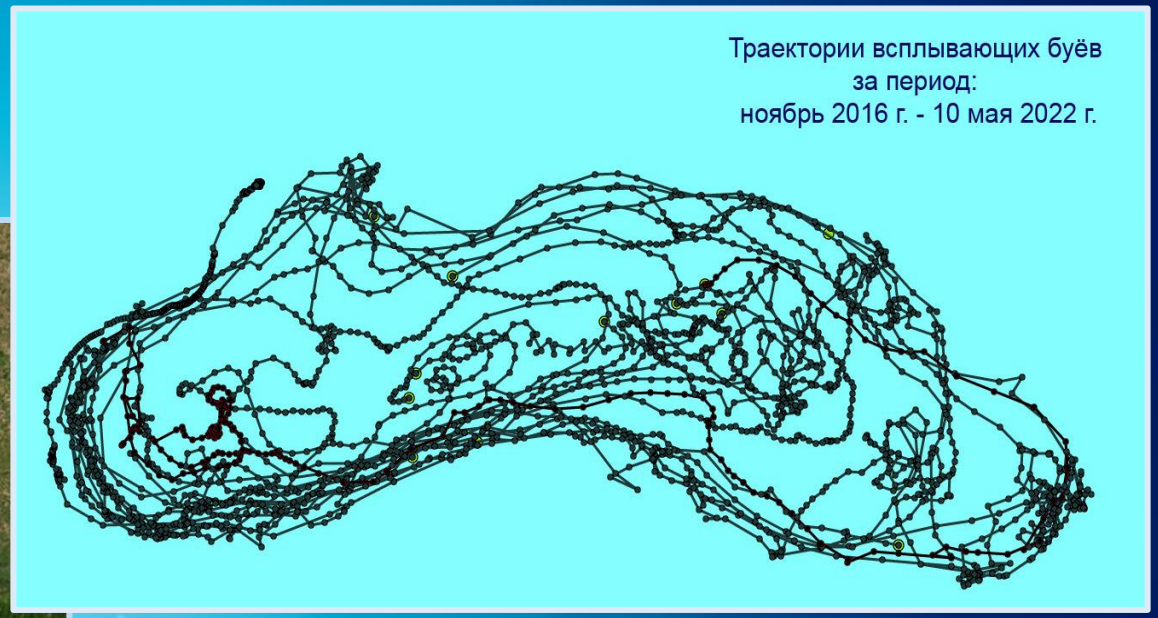
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

Исходные данные

Буйковые наблюдения



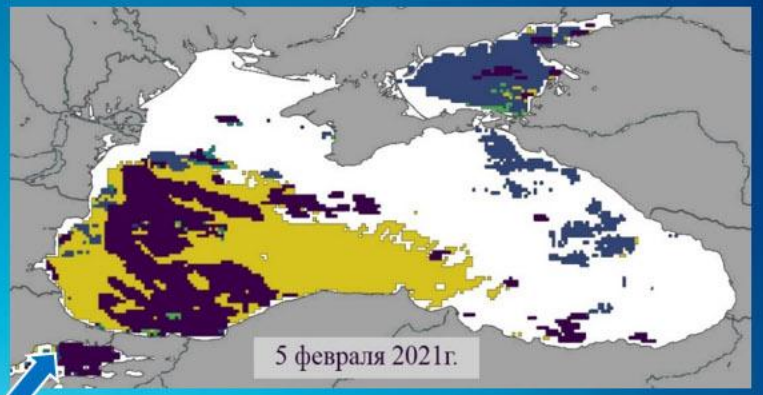




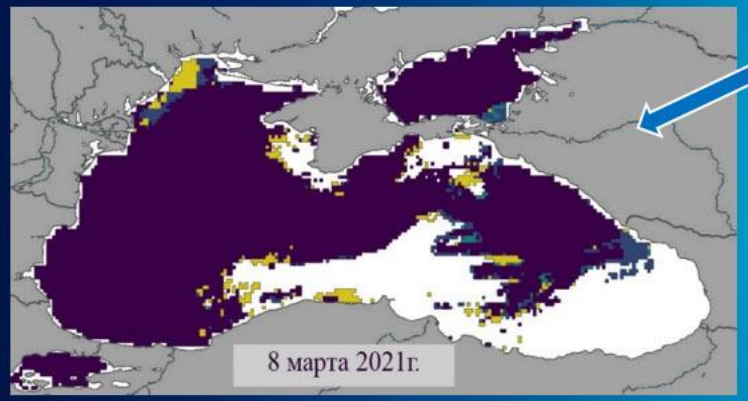
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 Г.

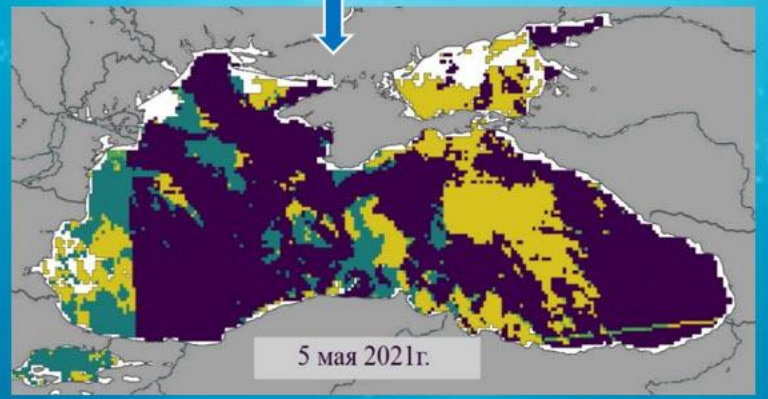
Исходные данные





Спутниковые измерения



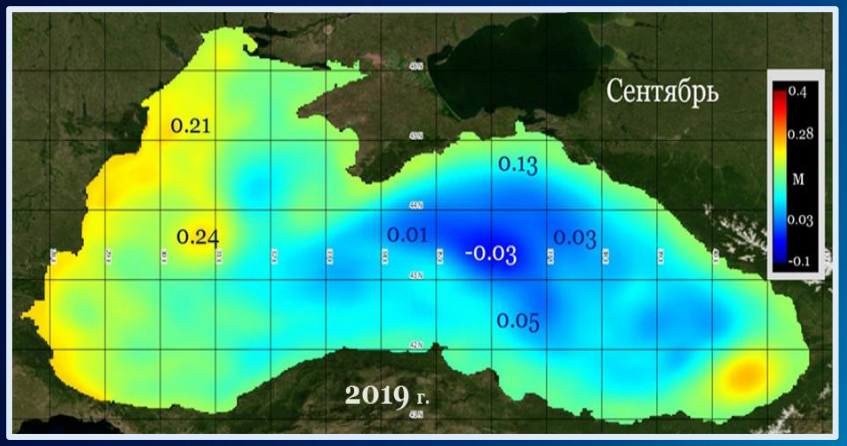


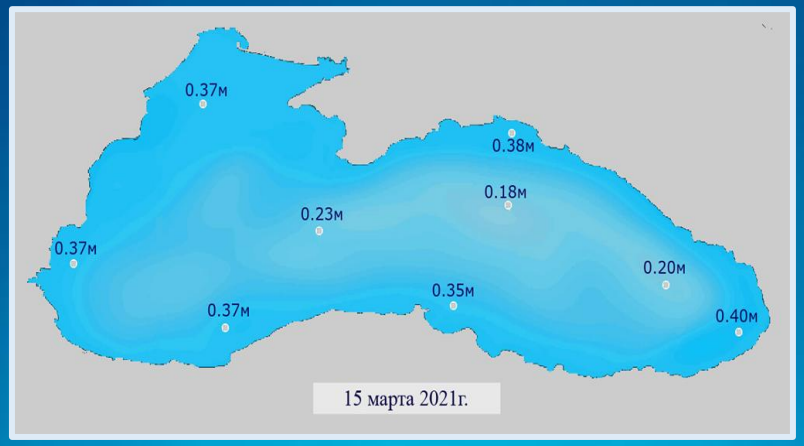


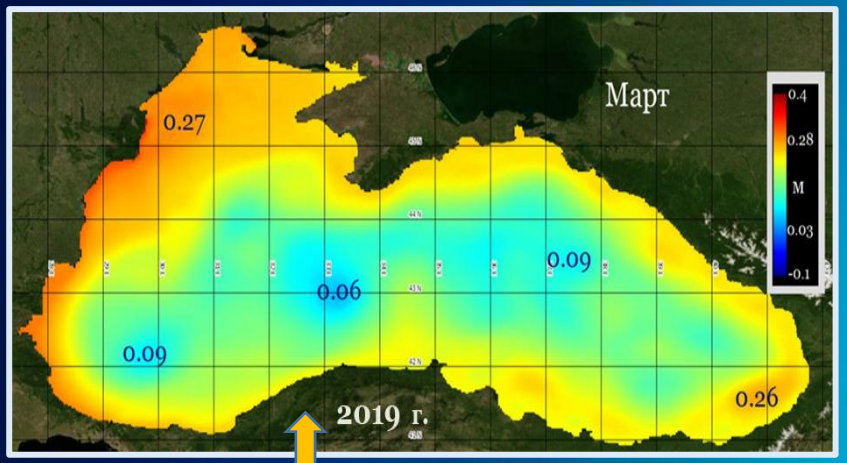
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 Г.

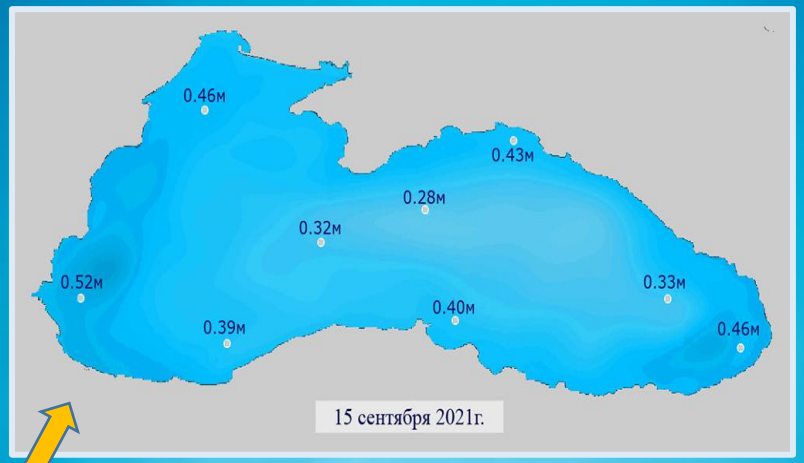
Уровень моря

(Результаты реанализа с ассимиляцией данных спутниковых наблюдений)





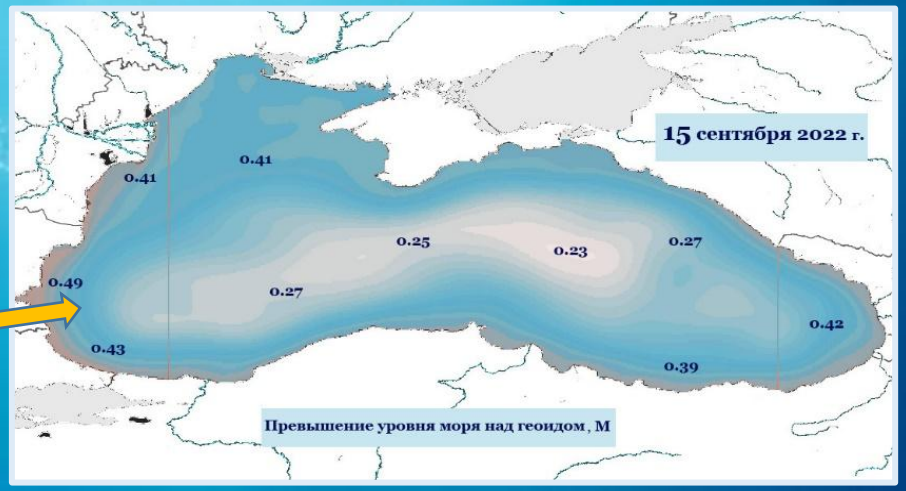




Модельные расчеты подтверждают существенный вклад динамики в формирование полей уровня Чёрного моря

Отклонение от нормы

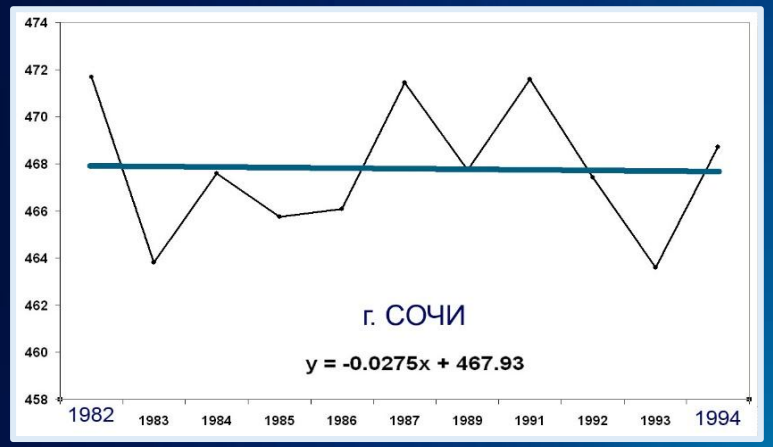
Отклонение от геоида

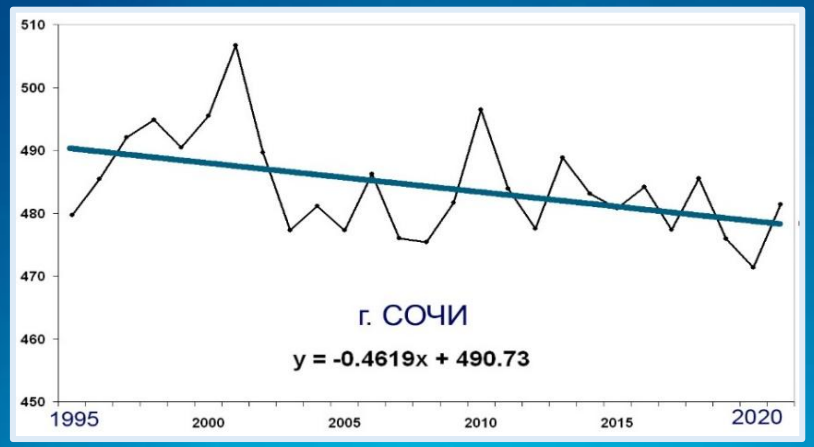


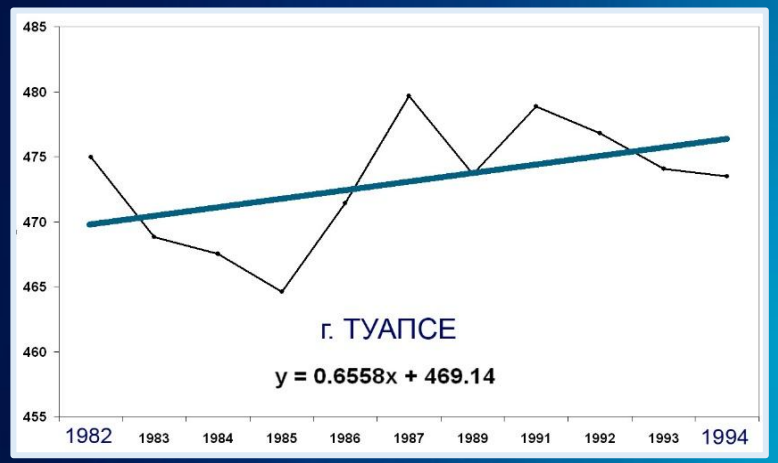
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

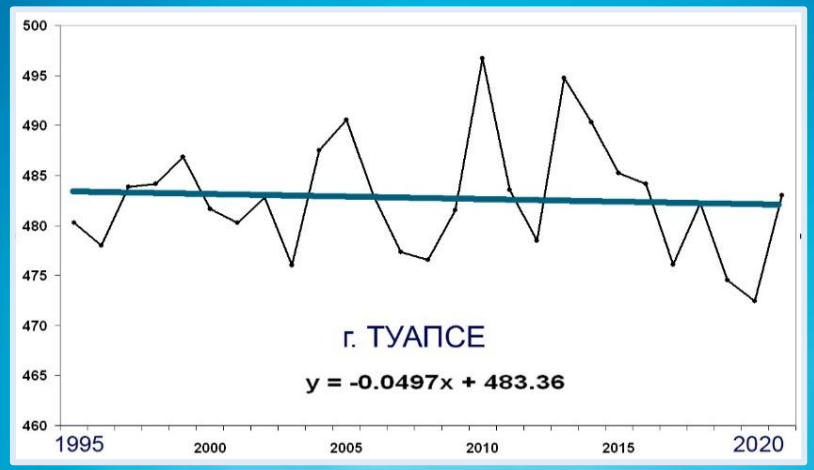
Уровень моря

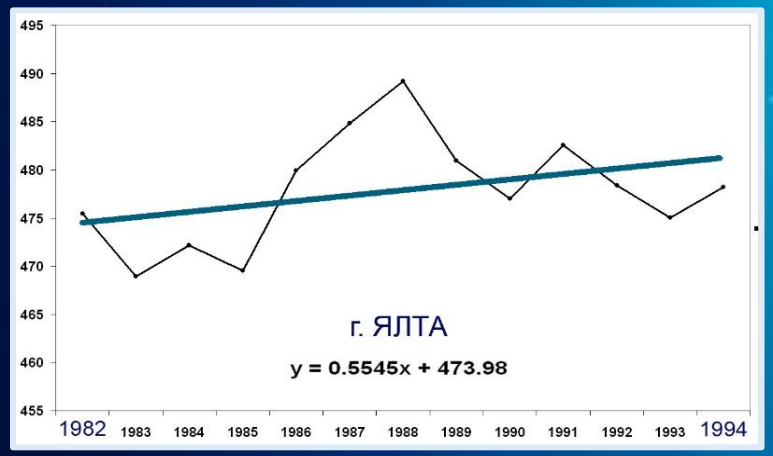
Прибрежные станции.

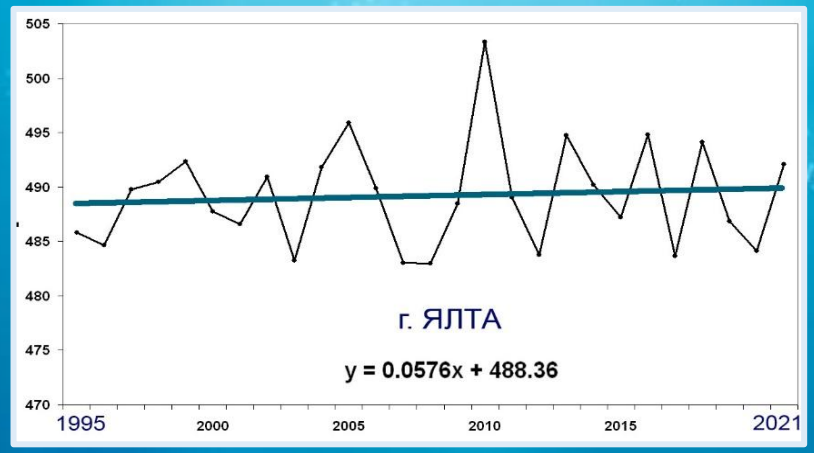




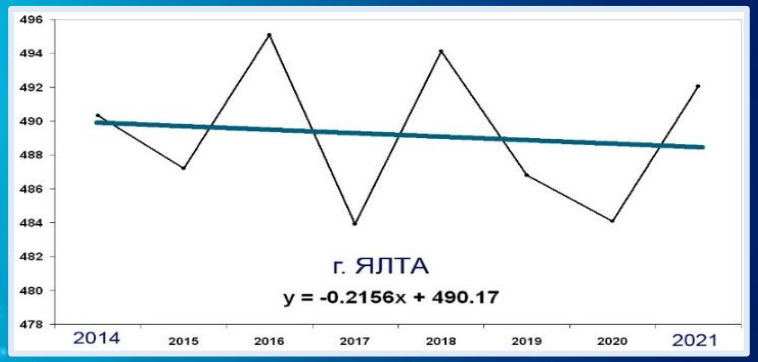






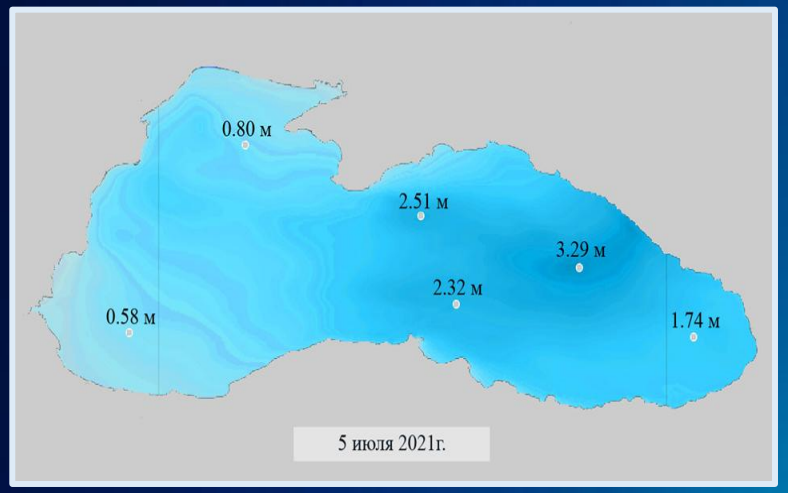


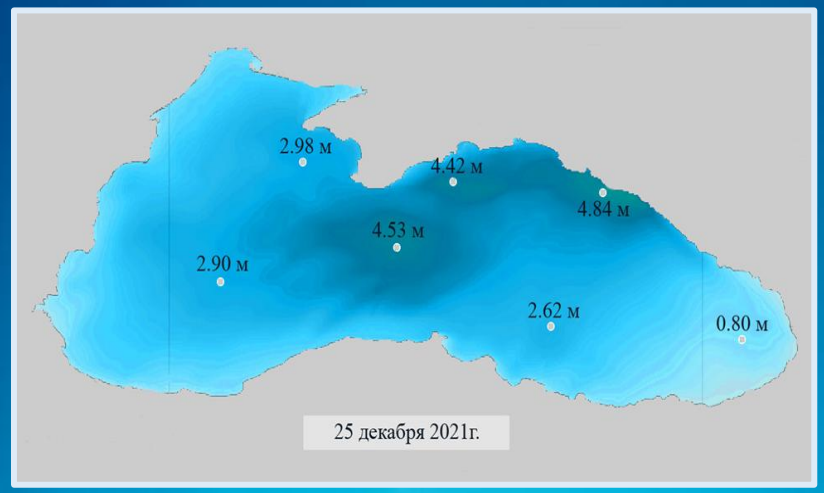
Небольшое падение уровня Чёрного моря у берегов может быть объяснено уменьшением скоростей Основного черноморского течения

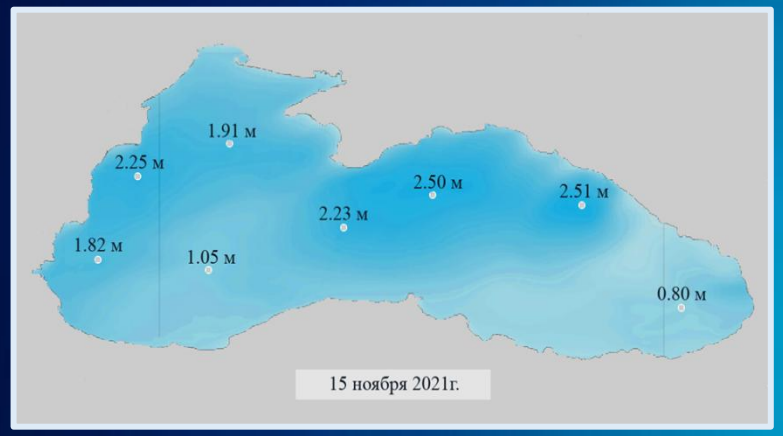


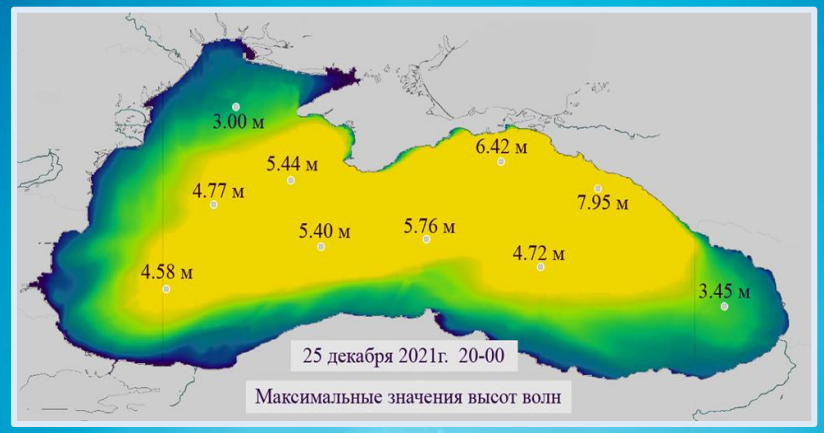
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 Г.

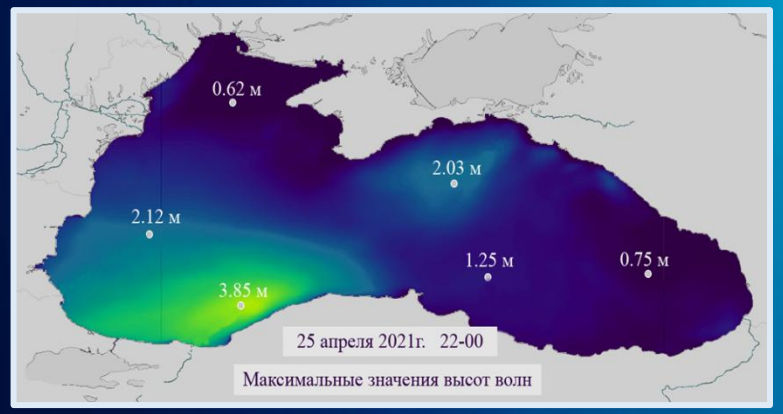
Волнение











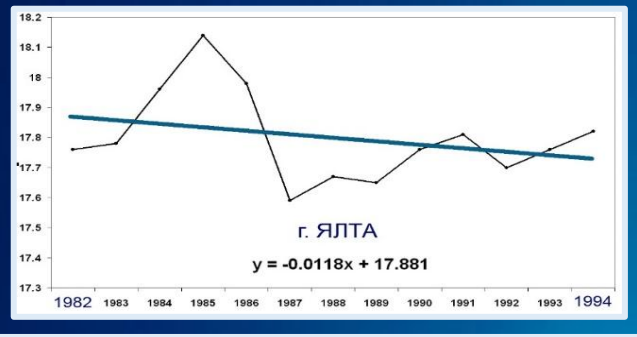
2019 - 2022 года отличались относительно низкими значениями высот волн с малой вероятностью превышения климатических значений

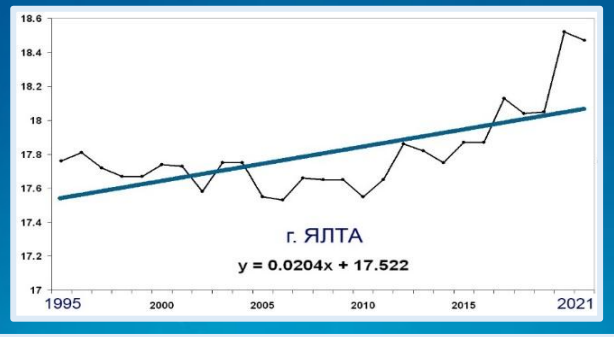
Согласно расчётам, высоты волн, возможные раз в год, оказались по всему Черноморскому бассейну за период 2019 - 2022 гг. в среднем на 0,5 м ниже климатических значений

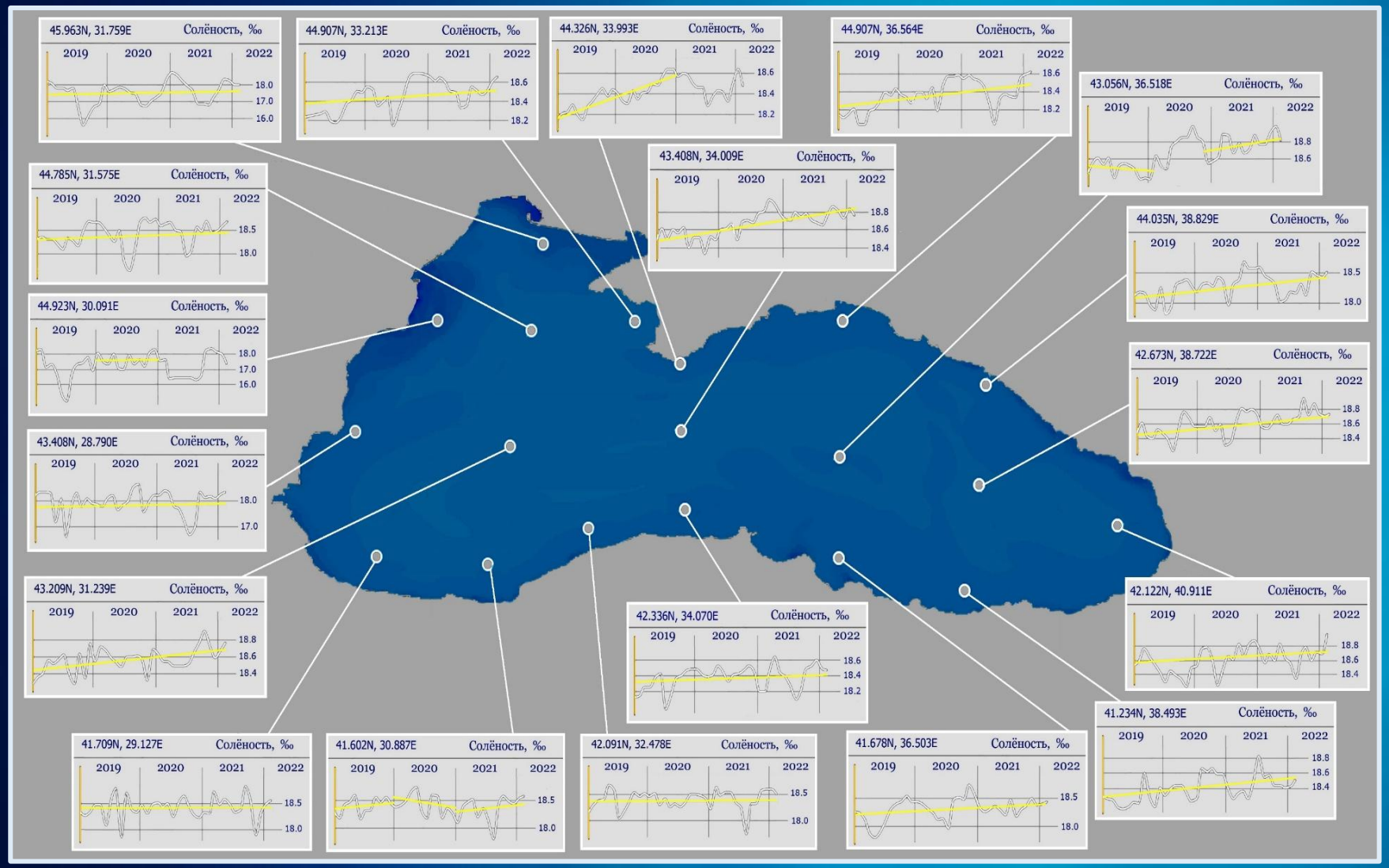
Наблюдения на прибрежных морские станции не показывают уменьшения высот волн за период 2019 – 2022 гг.

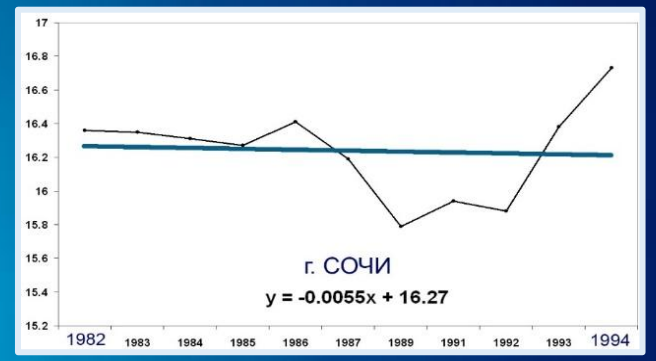
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 Г.

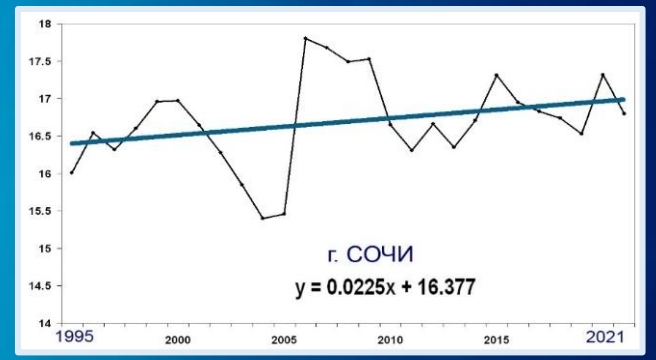
Солёность











РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 Г.

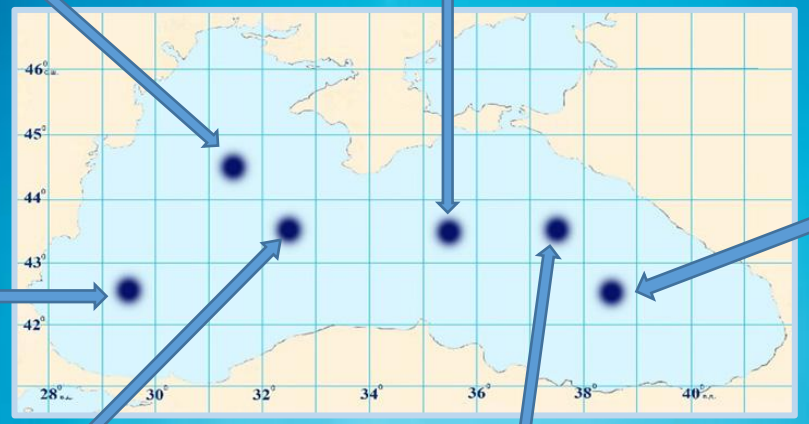
Температура воды









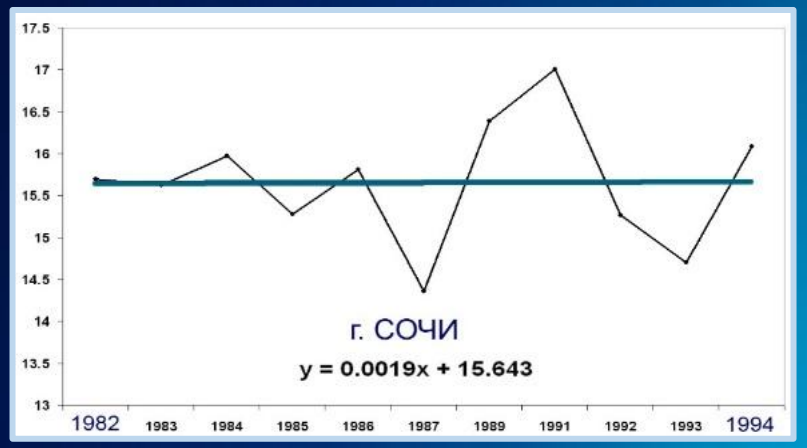


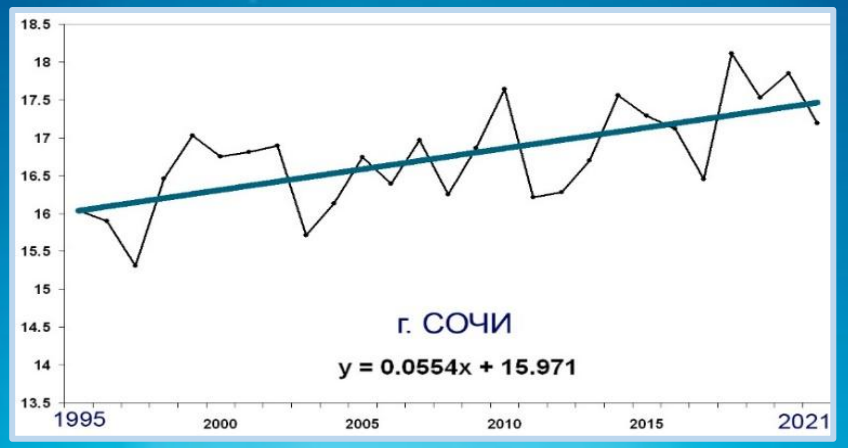


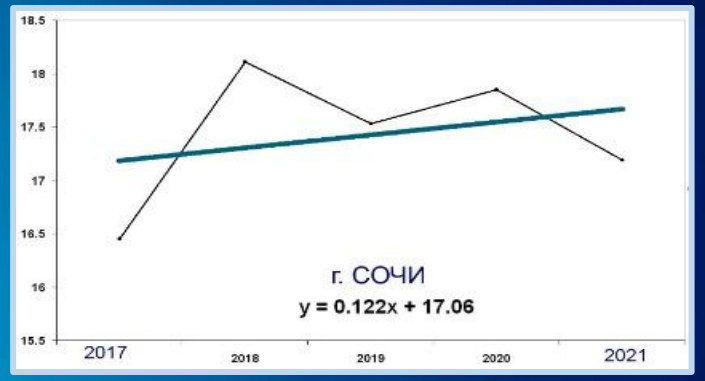


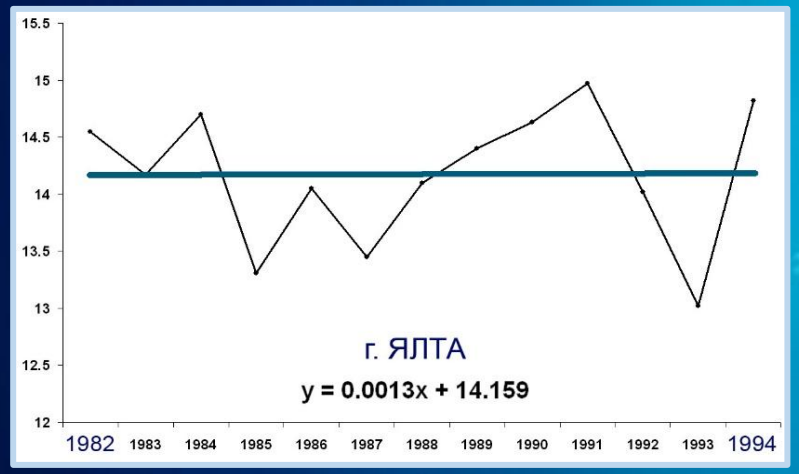
Море в целом:
Для периода: 1982 – 2021 гг.:
Y = 0.059 **X**
Для периода: 1995 – 2021 гг.:
Y= 0.065 **X**

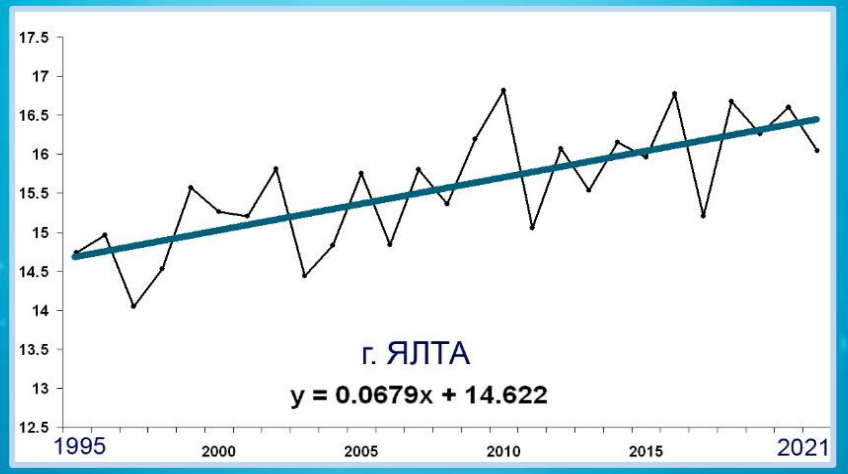
Температура воды

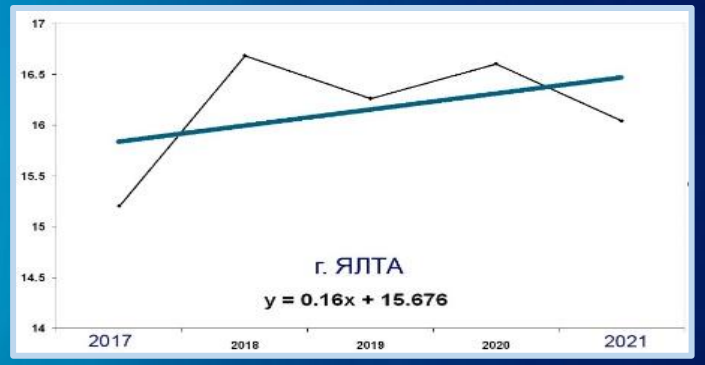








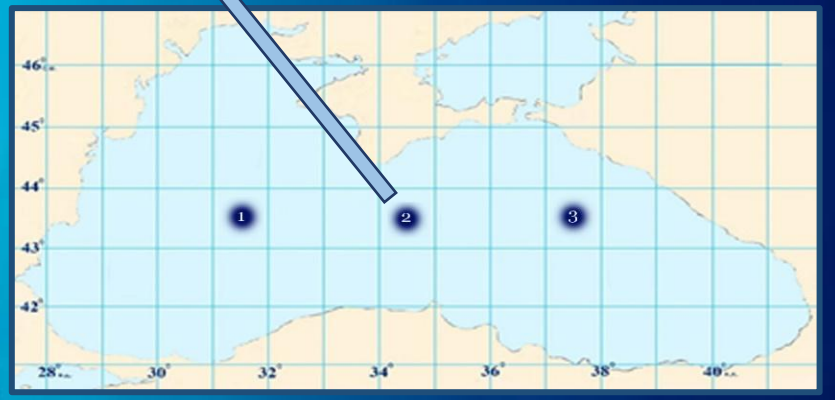




Температура воды

На всех прибрежных морских станциях Российского сектора Чёрного моря величина тренда среднегодовой температуры воды за период 1982 по 2021 гг. лежит в диапазоне 2.1 – 2.5 ^{0}C. В Сочи величина тренда составляет 2.0 ^{0}C

№	Год в целом	зима	лето
Рост температуры воды в градусах Цельсия за период 1982 – 2021 гг. составил:			
1	2.2	2.1	2.4
2	2.7	2.3	3.0
3	2.3	2.0	2.7



Числа в таблице – величины линейного тренда роста среднемесячной температуры поверхностного слоя за период **1982 – 2021 гг.**

Чёрное море в целом. Спутниковые данные

Месяц	янв	февр	март	апр	май		июнь	июль	авг	сент	окт	ноя	дек
ΔT ^{0}C/39лет	2.0	2.0	2.5	2.1	3.2		3.4	3.1	3.0	2.5	1.8	2.4	2.5

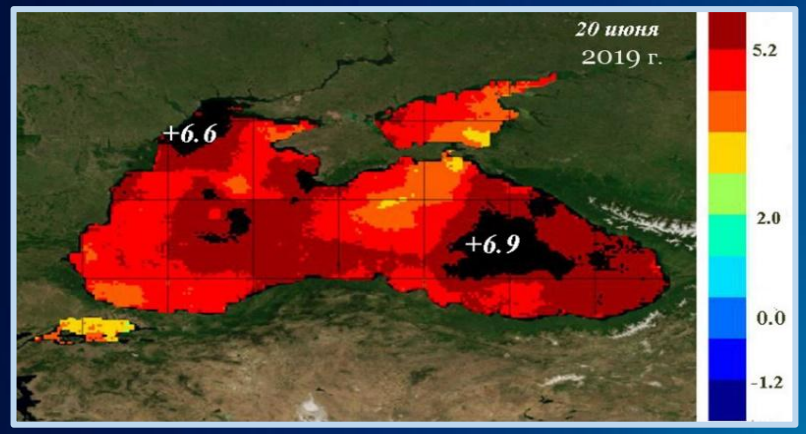
среднее значение
= 2.54 ^{0}C

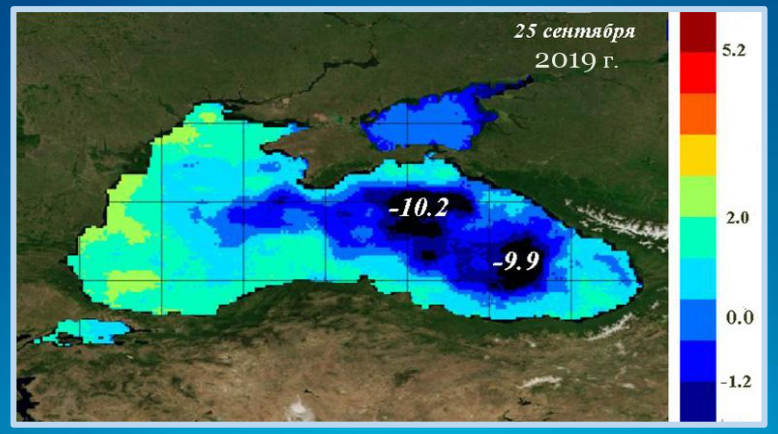
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

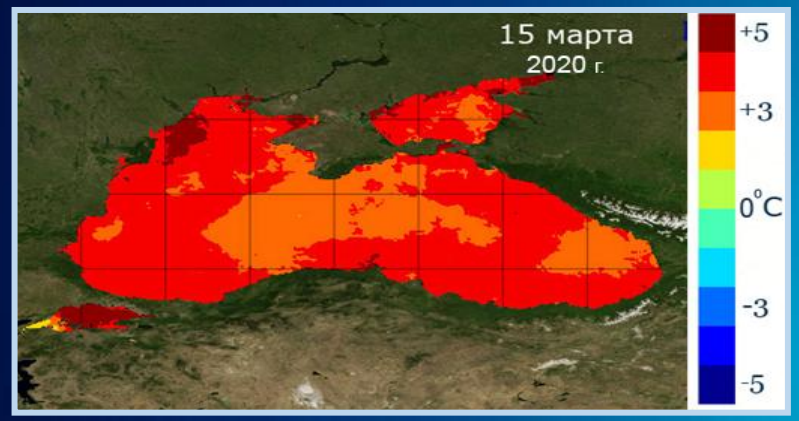
Аномалии температуры воды.

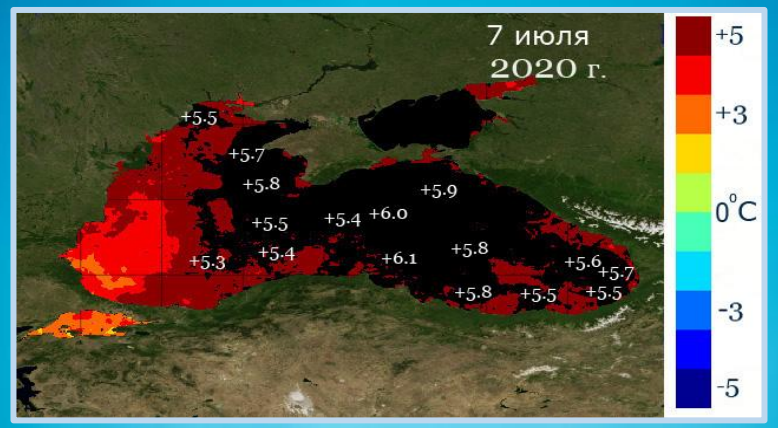
Поверхность моря

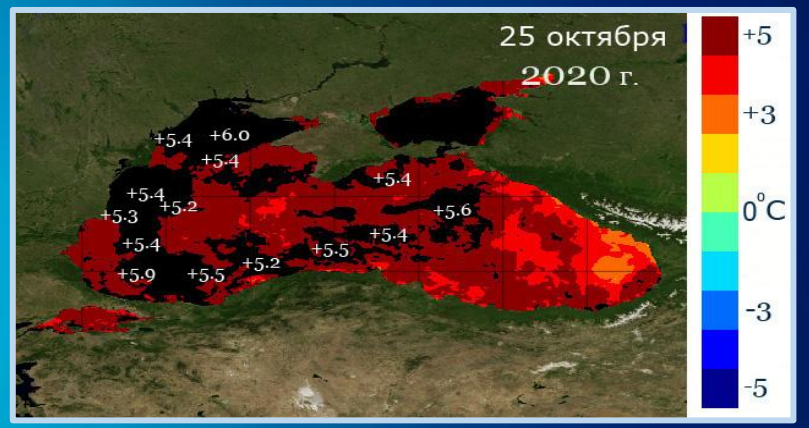
(2019 – 2021 гг.)

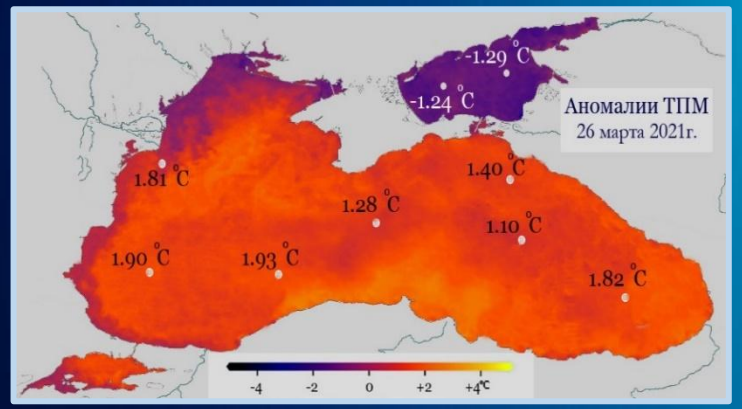


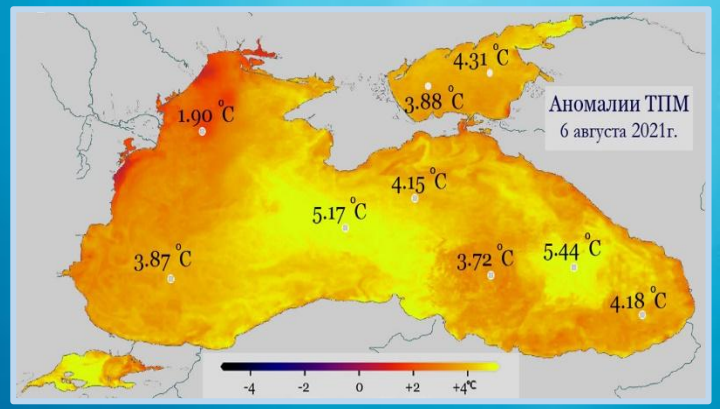


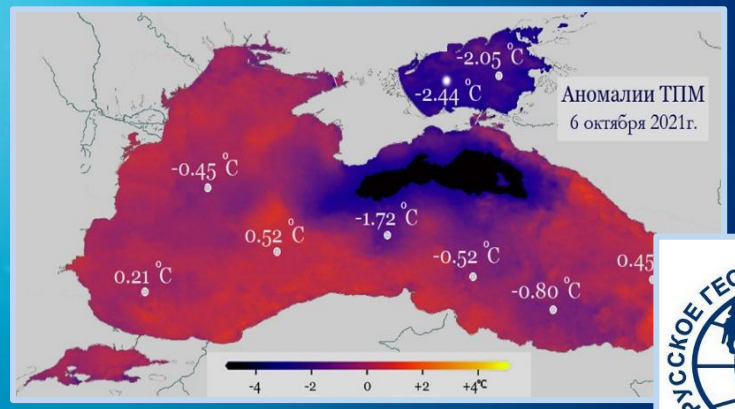










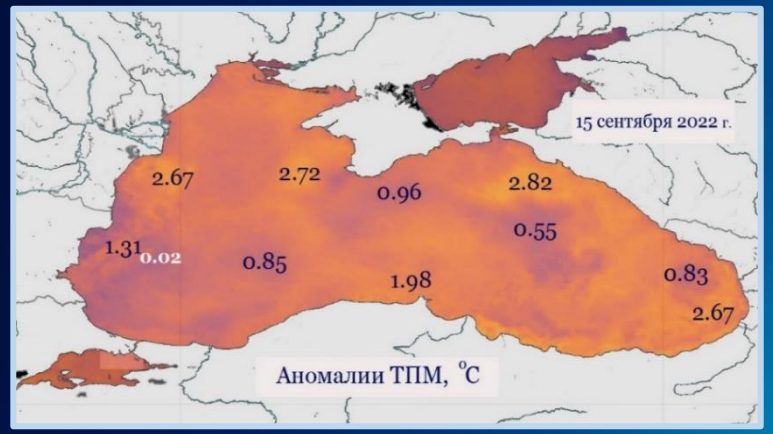


РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 Г.

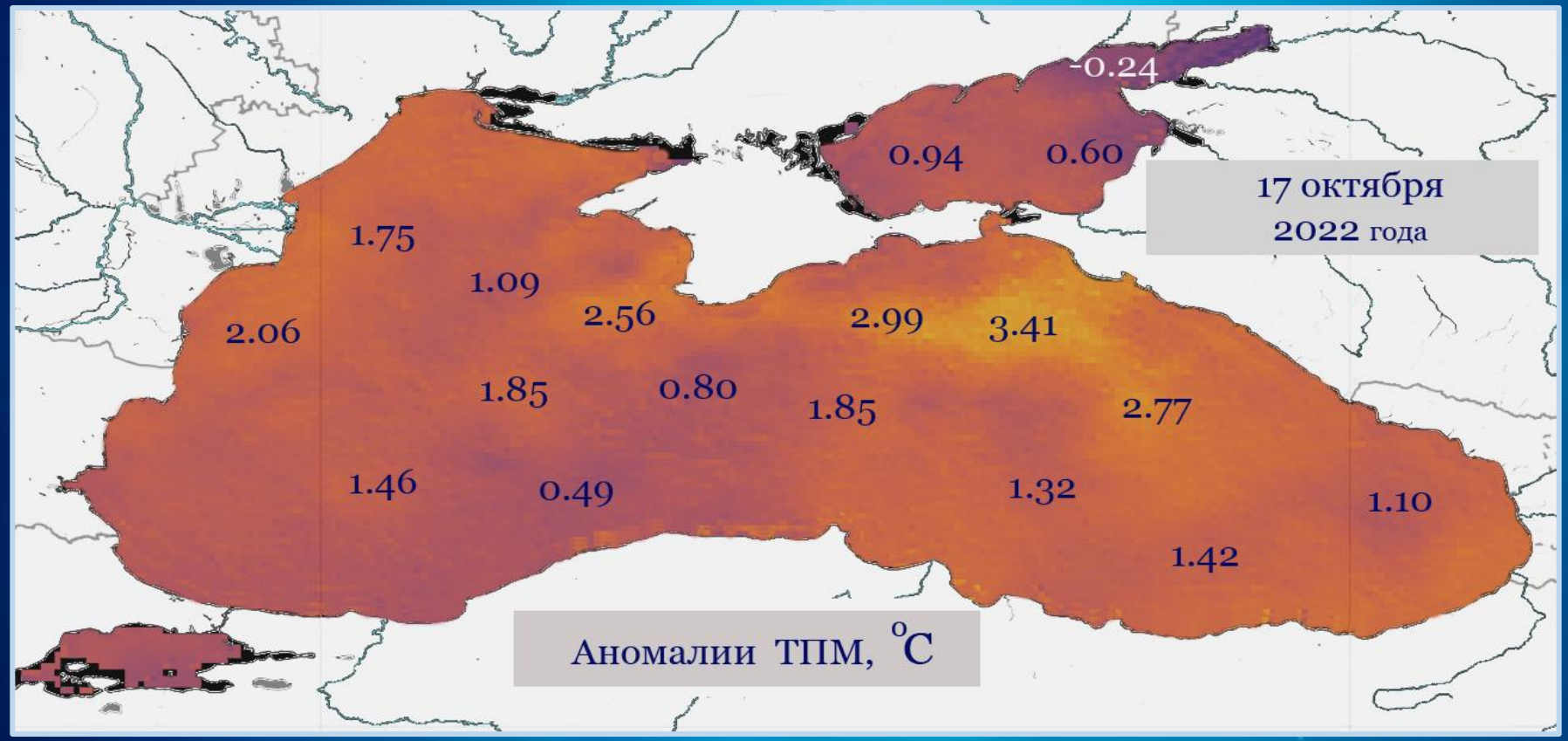
Аномалии температуры воды.

Поверхность моря

(2022 год)



Месяц 2022 г.	Аномалия °С	Месяц 2022 г.	Аномалия °С
Январь	+1.30 ÷ +2.50	Июль	+0.61 ÷ +2.64
Февраль	+1.11 ÷ +1.65	Август	+2.08 ÷ +4.64
Март	+0.51 ÷ +1.45	Сентябрь	+0.02 ÷ +2.82
Апрель	+0.11 ÷ +1.76	Октябрь	+0.49 ÷ +3.41
Май	+0.65 ÷ +4.12	Ноябрь	+1.16 ÷ +2.16
Июнь	+1.07 ÷ +5.04	Декабрь	+0.24 ÷ +3.34

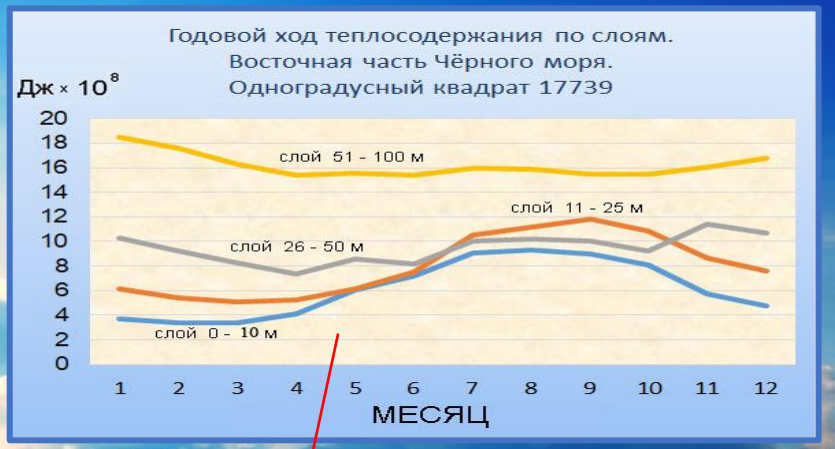


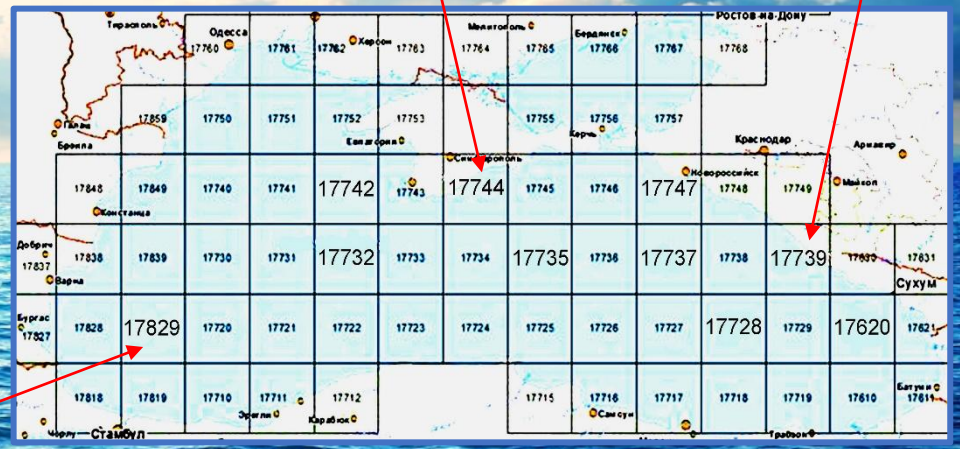
Теплосодержание



Максимальная скорость роста теплосодержания наблюдается в мае, реже – в мае-июне. Годовой ход теплосодержания в слое 100–200 м, и, тем более – глубже, незначителен. Максимум теплосодержания верхнего десятиметрового слоя наблюдается в августе, минимум – в феврале или марте. В более глубоких слоях – позднее. В слое 50 – 100 м и глубже – в декабре, редко - в январе









РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

Теплосодержание



В центральной части Чёрного моря: 75 – 85% на 15 – 25 %. У северо-восточного побережья и у южного берега Крыма вклад слоя 101 – 200 метров **увеличивается** в среднем до 35 – 45 %, а в зимние месяцы почти до **50 %× 50 %**

Происходит рост теплосодержания верхнего 200-метрового слоя Чёрного моря во все месяцы года. Закономерности изменения теплосодержания в слоях 0 – 100 и 101 – 200 метров следующие:

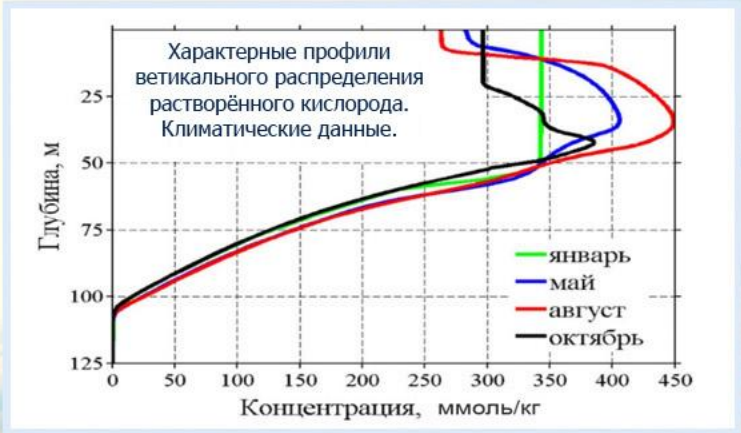
В юго-западной части изменение теплосодержания 200-метрового слоя произошло, в основном, за счёт верхнего 100-метрового слоя. Для различных месяцев, соотношение такое: 80-90% на верхние сто метров и 10 – 20% на слой 101 – 200 метров.

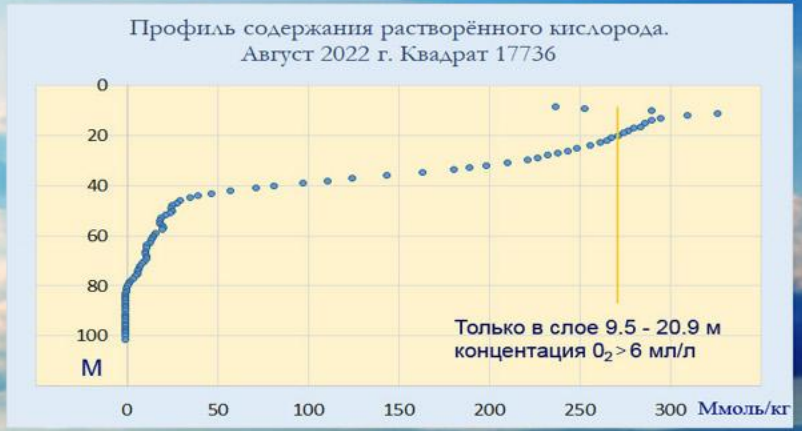
Растворённый кислород

Содержание кислорода сильно влияет на жизнь водных организмов. Для рыб, живущих в Чёрном море, минимальное количество растворенного кислорода, которое необходимо для нормального развития, составляет 7 – 8 мл/л. Величина в 6 мл/л – кислородное голодание, меньше 3 мл/л – замор рыбы

6 мл/л = 267.95 ммоль/кг

Ранее считалось [Скопинцев, 1975], что **толщина кислородной** зоны в Чёрном море различна для разных областей акватории моря. Она наименьшая (около 125 м) в центральных областях обеих половин моря, к периферии возрастает, достигая 200–225 м вблизи береговой зоны









РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

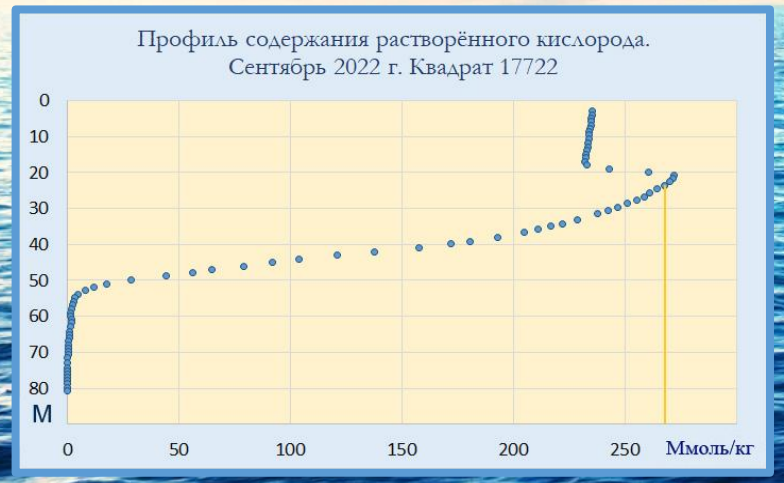
Растворённый кислород















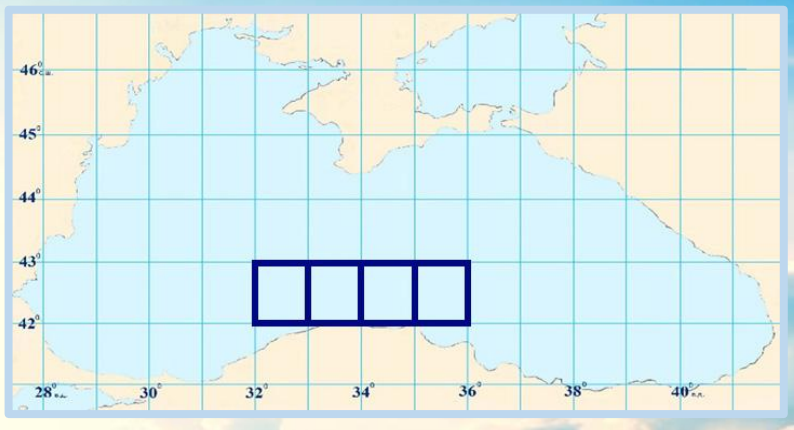
Глубина залегания изооксигены 6 мл/л

Кв.	Март				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17722	>55 м	>55 м	-	-	58-64
17723	100	75	-	-	38-53

Кв.	Апрель				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17724	85	75	-	-	30-38
17725	75	75	-	-	33

Кв.	Июнь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17724	70	65	-	-	30-38

Кв.	Май				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17722	60	60	-	-	44
17723	80	50	-	-	42-62
17725	85	85	-	-	60



Кв.	Ноябрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17722	45	35	нет	нет	-
17723	50	40	нет	нет	-

Кв.	Июль				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17724	80	70	-	-	32
17725	60	60	-	-	22-31

Кв.	Сентябрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17722	-	-	-	-	нет
17723	50, *	45, *	нет	-	-
17724	45, *	40 (1981)	нет	-	-

Кв.	Декабрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17723	45	40	-	нет	-
17724	55	90	нет	-	-
17725	-	60	5	-	--

В таблицах:
- прочерк означает отсутствие данных;
- слово «**нет**» – концентрация кислорода меньше 6 мл/л
- символ «*» - на одних вертикальных профилях кислород наблюдается в концентрации более 6 мл/л, на других - нет

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО • ОСНОВАНО В 1845 г. •

Глубина залегания изооксигены 6 мл/л

Кв.	Январь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17726	45	-	-	10	-

Кв.	Февраль				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17736	45	45	-	15-20	-

Кв.	Март				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17736	55	40	-	20-25	-

Кв.	Апрель				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17736	40	50	-	15	-

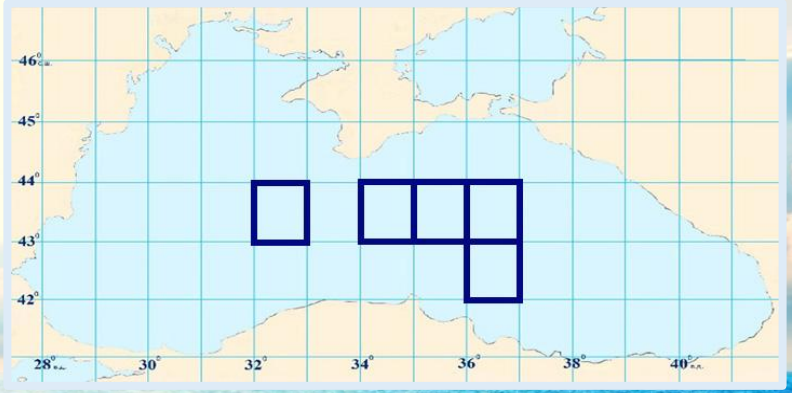
Кв.	Май				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17735	60	45	-	-	31-34
17736	45	40	-	15, *	-

Кв.	Июнь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17733	65	45	-	-	23-29
17734	50	45	-	-	29-31
17735	55	35	-	-	31-33
17736	-	45	-	нет	-

Кв.	Июль				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17726	65	55	-	-	25
17734	55	45	-	-	26-31
17736	55	45	-	нет	-

Кв.	Август				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17726	50	55	-	-	21-30
17734	65	50	-	-	31
17735	50, *	45, *	-	нет	-

Кв.	Сентябрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17726	-	-	-	-	20, *
17732	-	-	-	-	20, *
17735	40, *	40, *	-	нет	-



Кв.	Ноябрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17736	45	30	-	нет	-

Кв.	Октябрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17735	55	50	-	нет	-
17736	50	35	-	нет	-

Кв.	Декабрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17735	35	30	-	нет	-
17736	-	30	-	нет	-

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

Глубина залегания изооксигены 6 мл/л

Кв.	Январь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17710	90	55	-	-	39
17818	-	60	40 - 65	-	-
17828	70	50	40	-	-
17839	55	60	-	30-50	-

Кв.	Февраль				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17710	80	80	-	-	39-62
17819	75	65	10 - 40	-	58 - 61
17828	70	65	-	35-40	-

Кв.	Март				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17710	>65	85	-	-	54-86
17818	75	80	-	40-55	-
17819	90	65	20 - 50	-	48 - 60
17828	70	65	-	45-50	-

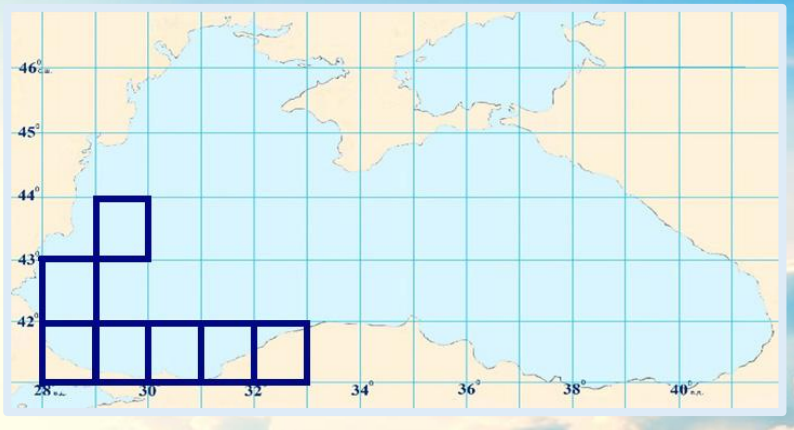
Кв.	Апрель				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17710	85	70	40	-	36-42
17819	70	65	50 - 55	35-65	-

Кв.	Май				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17710	50	55	40-45	30-40	-

Кв.	Июнь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17710	-	-	35-45	0-25	-

Кв.	Июль				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17710	80, *	50, *	35	0-20	-
17711	50	55	35-40	-	-

Кв.	Август				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17710	25, *	50, *	-	нет	-
17711	55	60	30-40	-	-



Кв.	Сентябрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17710	60, *	55, *	-	нет	-
17711	50, *	50, *	25-30	нет	-
17712	-	-	нет	-	-

Кв.	Октябрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17711	62,*	55, *	нет	-	-
17712	-	-	нет	-	-

Кв.	Ноябрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17839	50	45	нет	-	-

Кв.	Декабрь				
	1957-77	1978-98	2020	2021	2022
17839	65	50	20 - 30	-	-

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

Глубина залегания (м) изооксигены 6 мл/л

(Нижняя граница слоя с содержанием растворённого кислорода более 6 мл/л)

ВАЖНО: в осреднении участвовали ТОЛЬКО профили, на которых присутствовал слой с концентрацией кислорода более 6 мл/л.

Квадраты: 17722, 17723, 17724, 17725 — Побережье Турции

Годы	январь	Февр.	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1957-1977	60	-	>55-100	75-85	60-85	70	60-80	-	-	нет	45-50	45-55
1978-1998	-	-	>55-75	75	50-85	65	60-70	-	40 (1981), *	>40	35-40	40-90
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	нет	нет	нет	нет
2021	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	нет	нет
2022	-	-	40-65	30-40	40-60	30-40	20-30	-	18, *	16, *	-	-

Квадраты: 17726, 17733, 17734, 17735, 17736 — Центральная часть Чёрного моря

Годы-	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1957-1977	45	45	55	40	45-60	50-65	55-65	50-60, *	40, *	50-55	45	35
1978-1998	-	45	40	50	40	35-45	45-55	50-55, *	40, *	35-50	35-50	30
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	10	15-20	20-25	15	15, *	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
2022	-	-	-	-	30-35	25-35	25-30	20-30	20, *	20, *	-	-

Квадраты: 17710, 17711, 17712, 17818, 17819, 17828, 17839 — Юго-западная часть Чёрного моря

Годы	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1957-1977	55-90	70-80	75-90	70-85	50	-	50-80, *	25-50, *	50, *	50, *	50	65
1978-1998	55-60	65-80	65-85	65-70	55	-	50-55, *	50-60, *	50, *	50	45	50
2020	40-65	10-40	20-50	50-55	40-45	35-45	35-40	30-40	25-30	нет	нет	20-30
2021	30-50	35-40	40-55	35-65	30-40	0-25	0-20	нет	нет	-	-	-
2022	40	40-60	45-85	35-40	-	-	-	-	-	-	-	-

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО • ОСНОВАНО В 1845 г. •

Краткие выводы

Среднегодовой уровень моря меняется незначительно. В последнее десятилетие наблюдается медленный (несколько миллиметров в год) рост среднегодового уровня Чёрного моря. Изменения уровня на масштабах месяца и менее по данным прибрежных и спутниковых измерений могут отличаться по знаку

Режим приземной атмосферы в Черноморском регионе демонстрирует устойчивый рост среднемесячных и среднегодовых значений температуры воздуха

Скорости ветра в 2018 – 2022 гг. были ниже нормы, с минимумом в 2019 году. В 2022 году режим ветра приблизился к норме, но остался ниже нормы по средним скоростям ветра, при этом возросло количество резких усилений ветра (шквалов)

Ветровой режим, как один из главных факторов, определяющих интенсивность циркуляции в Чёрном море, является важным предиктором возможных изменений состояния Чёрного моря

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО • ОСНОВАНО В 1845 г. •

Краткие выводы

Среднегодовой уровень моря меняется незначительно. В последнее десятилетие наблюдается медленный (несколько миллиметров в год) рост среднегодового уровня Чёрного моря. Изменения уровня на масштабах месяца и менее по данным прибрежных и спутниковых измерений могут отличаться по знаку

Верхний 200 метровый слой Чёрного моря продолжает разогреваться. Глубже изменения температуры незначительны

Увеличение температуры и теплосодержания деятельного слоя существенно ухудшает условия обитания в Чёрном море. Существует реальная угроза сокращения биоразнообразия моря

Солёность верхнего 200-метрового слоя Черного моря увеличивается. Наблюдается относительно равномерный рост во всём слое

Устойчивость биологического разнообразия Чёрного моря в условиях потепления климата определяется несколькими факторами: наличие холодных зим с периодичностью порядка пяти лет; приближение режима течений к климатическим нормам; режим ветра, как основной параметр, формирующий поле течений в Чёрном море. Из подвластных человеку процессов – необходимо существенно снизить антропогенную нагрузку на море

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

Краткие выводы

Рост теплосодержания верхнего 200-метрового слоя, вызывает ряд проблем по всей акватории Чёрного моря

В частности, уменьшается толщина слоя воды, с содержанием растворённого кислорода, достаточным для нормального развития промысловых рыб. Падает концентрация растворённого кислорода

На юго-западе моря негативно сказываются относительно невысокие, наблюдаемые в последние годы, скорости Основного черноморского течения, а также распресняющий эффект стока Дуная

В последние годы, в летний и осенний периоды, в южных, центральном и юго-западных районах Чёрного моря, слой, пригодный для нормальной жизнедеятельности рыб, может отсутствовать полностью

В 2022 г. в **центре восточной части** Чёрного моря ситуация с содержанием растворённого кислорода несколько улучшилась

Тем не менее, возможно существование относительно однородных водных масс, например, в виде отдельных линз, с более-менее приемлемой концентрацией кислорода

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ОСНОВАНО В 1845 г.

Список литературы

1. Добровольский А.Д., Залогин Б.С, Моря СССР. М.:МГУ, 1982.– 146 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. Вып.1 Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. - 429 с.
3. Ильин Ю.П. и др./ Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Горячкин Ю.Н., Дьяков Н.Н., Кубряков А.А., Станичный С.В. Гидромееорологичкие условия морей Украины. Т. 2.Черное море. Севастополь: УкрНИГМИ, 2012. – 421 с.
4. Белокопытов, В.Н. Атмосферное давление и ветер над Черным морем (1961–1990 гг.) / В.Н. Белокопытов, Г.Ф. Кудрявцева, М.М. Липченко // Тр. УкрНИГМИ – 1998. – Вып. 246. –
С. 174–181.
5. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря. Севастополь: МГИ, 2011 – 211 с.
6. Chen C.T., Millero F.J. Precise thermodynamic properties for natural waters covering only the limnological range. Limnol. Oceanogr., 1986, v. 31, No. 3, - P. 657-662.
7. Мамаев О.И. Термохалинный анализ вод Мирового океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 296 с.
8. Белокопытов В.Н. Климатические изменения гидрологического режима Черного моря. Дисс. на соискание ученой степени доктора географических наук. Севастополь: МГИ, 2017. - 377 с.
9. Видничук А.В., Коновалов С.К. Изменение кислородного режима глубоководной части Черного моря за период 1980 –2019 годы//Морской гидрофизический журнал, 2021. т. 37.№2. С. 195 - 206.
10. http://www.meteo.ru
11. http://marine.copernicus.eu
12. Бюллетень гидрометеорологического состояния Чёрного и Азовского морей в 2021 году. – Ижевск. ООО «Принт». 2022. – 268 с.
13. Дьяков Н.Н., Тимошенко Т.Ю., Белогудов А.А. и др. Атлас льдов Черного и Азовского морей. – Севастополь: Экосигидрофизика, 2015. – 219 с.
14. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 4. Черное море. – Л: Гидрометеоиздат, 1991. – 428 с.
15. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2. Черное море. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012. –421 с.
16. Горбач С.Б., Дьяков Н.Н., Тимошенко Т.Ю. и др. Ледовый режим северо-западной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – Вып. 18. – С. 296 – 304.
17. Сироткина А.И. К вопросу об оценке суровости зим на южных морях // Тр. НИИАК. – 1959. – Вып. 8.
18. Дьяков Н.Н., Тимошенко Т.Ю., Белогудов А.А. Изменение ледовых условий Азово-Черноморского бассейна // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и ком-
плексное использование ресурсов шельфа. – 2014. – Вып. 28. – С. 122 – 137.
19. Бельченко К.А. Льды в юго-западной части Черного моря зимой 1928 - 1929 гг. // Записки по гидрографии. – 1930. –Т. 62. – С. 73 – 75.
20. Жидкова Н.И. Ледовые условия на Черном море в зимы различной суровости // Сб. работ ЛЮМ ГОИН. – 1972. – Вып.111. – С. 103 – 111.
21. Атлас льдов Черного и Азовского морей. – Л: Гидрометеоиздат, 1962. – 120 с.
22. Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Цвецинский А.С. и др. Современные гидрометеорологические условия формирования ветро-волновых, ледовых и других опасных явлений в Керченском проливе. – М: ООО «Колорит», 2019. – 365 с.
23. https://argo.ucsd.edu
24. Воронцов А.А. и др./ Воронцов А.А., Михайлов Н.Н., Олейников С.А., Ульянич И.Г. Режимно-справочный банк данных «Океанография - моря СССР», состав, структура и функциональные возможности. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД. 1990. 46с.
25. Рожков В.А. Методы вероятностного анализа гидрометеорологических процессов. Л. Гидрометеоиздат. 1979. 408 с.
26. Прокопов О.И. Универсальный метод выделения холодных промежуточных вод Черного моря // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 4. – С. 80 – 92
27. Булыгин А.М. Параметризация изменчивости толщины квазиоднородного слоя в верхнем термоклине. Метеорология и гидрология. 1989. № 7. Стр. 62 – 68.
28. Новикова А.М., Полонский А.Б. Междесятилетняя изменчивость температуры поверхности и холодного промежуточного слоя в Чёрном море // DOI: 10.33075/2220-5861-2018-4-110-115.
29. Подымов О.И., Зацепин А. Г., Очередник В. В., Морской Гидрофизический журнал / Том 37. № 3. 2021. С. 279 - 287.
30. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее. Под ред. В.Н. Еремеева / Ю.Н. Горячкин, В.А. Иванов; НАН Украины, Морской гидрофизический институт.– Севастополь, 2006.– с 210, ил. 65, табл. 19, библ. 287.
31. https://mirplaneta.com
32. Eutrophication: A Plausible Cause for Changes in Hydrochemical Structure of the Black Sea Anoxic Layer / S.K. Konovalov [et al.] // Environmental Degradation of the Black Sea: Challenges and Remedies / Eds. S. T. Beşiktepe, Ü. Ünlüata, A. S. Bologa. Dordrecht : Springer, 1999. P. 61–74. (NATO Science Series (2. Environmental Security), Vol. 56)). https://doi.org/10.1007/978-94-011-4568-8_5__
33. Konovalov S. K., Murray J. W. Variations in the chemistry of the Black sea on a time scale of decades (1960–1995) //Journal of Marine Systems. 2001. Vol. 31, iss. 1–3. P. 217–243. https://doi.org/10.1016/S0924-7963(01)00054-9
34. Yunev O. A., Moncheva S., Carstensen J. Long-term variability of vertical chlorophyll a and nitrate profiles in the open Black Sea: Eutrophication and climate change // Marine Ecology Progress Series. 2005. Vol. 294. P. 95–107. https://doi:10.3354/meps294095
35. Юнев О. А. Эвтрофикация и годовая первичная продукция фитопланктона глубоководной части Черного моря // Океанология. 2011. Т. 51, № 4. С. 658 – 668.
36. Mikaelyan A. S., Zatsepin A. G., Chasovnikov V. K. Long-term changes in nutrient supply of phytoplankton growth in the Black Sea // Journal of Marine Systems. 2013. Vol. 117 – 118.
P. 53–64. https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2013.02.012
37. Полонский А. Б., Котолупова А. А. Долгопериодная изменчивость растворенного кислорода и температуры верхнего слоя вод Черного моря // Океанология. 2019. Т. 59, № 1. С.
22–32. https://doi.org/10.31857/S0030-15745922-32
38. Скопинцев Б.А. Формирование современного химического состава Черного моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 336 с.
39. Залесный В.Б., Гусев А.В., Агошков В.И. Моделирование циркуляции Черного моря с высоким разрешением прибрежной зоны // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана.
2016. Т. 52. № 3. С. 316 – 333.
40. Коротенко К.А. Моделирование мезомасштабной циркуляции Черного моря // Океанология. 2015. Т. 55. № 6. С. 909 – 915.
41. А.В. Гусев, В.Б. Залесный, В.В. Фомин. Методика расчета циркуляции Черного Моря с улучшенным разрешением в районе полигона ИО РАН // Океанология. 2017. Т. 57. № 6. С. 978 – 989.

Список литературы

42. Дианский Н.А., Фомин В.В., Григорьев А.В., Чаплыгин А.В., Зацепин А.Г. Пространственно-временная изменчивость инерционных течений в восточной части Черного моря в штормовой период // Морской гидрофизический журнал. 2019. Т. 35. № 2. С. 147 - 159.
43. Кубряков А.И., Григорьев А.В., Кубряков В.А. Оперативный прогноз динамики вод на черноморском подспутниковом полигоне «Геленджик» // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана (принята к печати).
44. Григорьев А.В., Грузинов В.М., Зацепин А.Г., Воронцов А.А.,Кубряков А.И., Шаповал К.О. Оперативная океанография северо-восточной части Черного моря: оценки точности моделирования в сравнении с данными натурных измерений // Гидрометеорологические исследования и прогнозы (Продолжение серии периодического журнала «Труды Гидрометцентра России»). 2018. № 1(367). С. 79 - 96.
45. Григорьев А.В., Кубряков А.А., Кубряков А.И., Шаповал К.О. Оперативная океанография северо-восточной части Черного моря: оценки точности моделирования в сравнении с данными спутниковых наблюдений // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2019. Вып. 4.С. 33 - 39.
46. Кривошея В.Г., Титов В.Б., Овчинников И.М. Новые данные о режиме течений на шельфе в северо-восточной части Черного моря // Океанология. 2001. Т. 41. № 3. С. 325 – 334.
47. Зацепин А.Г., Пиотух В.Б., Корж А.О., Куклева О.Н., Соловьев Д.М. Изменчивость поля течений в прибрежной зоне Черного моря по измерениям донной станции ADCP // Океанология. 2012. Т. 52. № 5. С. 629 – 642.
48. Зацепин А.Г., Баранов В.И., Кондрашов А.А., Корж А.О., Кременецкий В.В, Островский. А.Г., Соловьев Д.М. Субмезомасштабные вихри на кавказском шельфе Черного моря и порождающие их механизмы // Океанология. 2011. Т. 51. № 4. С. 1 - 14.
49. https://www.esa.int/
50. https://ecmwf.int/en/forecasts/
51. Dobricic, S., and N. Pinardi. 2008. An oceanographic threedimensional variational data assimilation scheme. Ocean Modelling 22 (3):89 – 105.
52. Storto et al (2015) Steric sea level variability (1993 – 2010) in an ensemble of ocean reanalyses and objective analyses. Clim Dyn. Early Online Release. doi:10.1007/s00382-015-2554-9
53. http://gforge.istp.it/
54. http://www.wetterzentrale.de/
55. http://гоин.рф/
56. Skamarock A. Description of the Advanced Research WRF,
Version 3 - NCAR Technical Notes, 2008.
57. Берд Э. Ч. Ф. Изменения береговой линии: глобал. обзор/Э.Ч.Ф. Берд; перевод с англ. Д. Д. Бадюкова. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990. – 254 с.
58. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов/ В.П. Зенкович / Акад. наук СССР. Океанографическая комиссия. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 710 с.
59. Горячкин Ю.Н. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее/ Ю.Н. Горячкин, В.А. Иванов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 210с.
60. Андрианова О.Р. О долгопериодных колебаниях уровня Черного моря и отдельных регионов Мирового океана / Андрианова О.Р., Белевич Р.Р., Скипа М.И.// Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. тр. / НАН Украины, МГИ, ИГН, ОФ ИнБЮМ. – Севастополь. – 2010. – Вып.23. – С. 22 - 33.__
61. https://www.cen.uni-hamburg.de/
62. Бюллетень гидрометеорологического состояния Чёрного и Азовского морей в 2020 году. – Обнинск. Изд. «Артифекс». 2021. – 227 с.
63. http://seakc.meteoinfo.ru/images/seakc/monitoring/seakc-2021v.pdf
64. http://www.igce.ru/
65. Манабе С., Вазеролд Р.Т. Долговременные изменения водных запасов вследствие глобального потепления по данным моделирования// Всемирная конференция по изменениям климата. М.: Паблик принт, 2004. С. 47 - 56.
66. Полонский А.Б., Шокурова И.Г. Белокопытов В.Н. Десятилетняя изменчивость температуры и солености в Черном море //Морской гидрофизический журнал. 2013. № 6. С. 27 – 41.
67. Скопинцев Б.А., Губин Ф.А., Воробъева Р.В., Вершинина О.А. Содержание главных компонентов солевого состава в воде Черного моря и некоторые вопросы обмена вод // Тр. МГИ.
– 1958. – Т. 13.
68. Скопинцев Б.А. Формирование современного химического состава вод Черного моря.– Гидрометиздат, Ленинград, 1975. – 336 с.
69. Богуславский С.Г., Березовский А.А., Беляков Ю.М., Ковешников Л.А. Вопросы гидрологии Черного моря // Комплексные океанографические исследования Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 136 – 162.
70. Богуславский С.Г., Жоров В.А., Еремеев В.Н. и др. Атлас температурного поля Черного моря – Севастополь–Киев: МГИ АН УССР, 1984. – 87 с.
71. Богуславский С.Г., Иващенко И.К. Вертикальная мезоструктура глубинных вод Черного моря // Морской гидрофизический журнал. – 1989. – №5. – С. 25 – 32.
72. Фащук Д.Я. Черное море. Географо-экологический «портрет», 2019, Изд-во ГЕОС, 310 с.
73. Сезонные изменения положения верхней границы сероводородной зоны в Черном море в связи с характером развития динамических процессов // Р.Р. Белевич, О.Р. Андрианова, М.И. Скипа Геофизический журнал № 1, Т. 44, 2022. С. 1 - 14.
74. Рябинин А.И., Кравец В.Н. Современное состояние сероводородной зоны Черного моря (1960—1986 годы). Москва: Гидрометеоиздат, 1989. 232 с.
75. Неретин, Л.Н. Содержание неорганических восстановленных форм серы в воде Средиземного моря / Л.Н. Неретин, Н.Н. Жабина, Т.П. Демидова // Химия моря. Океанология. – 1996. – Т.36. – №1. – С. 61 - 65.
76. Неретин Л.Н. Современное состояние сероводородной зоны Черного моря ВАК РФ 11.00.08, Океанология Автореферат диссертации по теме «Современное состояние сероводородной зоны Черного моря» РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК Институт океанологии им. П.П.Ширшова.
77. Сорокин Ю.И. 1970. Arch.Hidrobiol., 66, 392 с.
78. Сорокин Ю.И. 1971 Океанология, 11, 423 с.
79. Murray, J. W. (1991), Hydrographic properties and ventilation of the Black Sea, Deep Sea Res., 38, 2, 683 – 689.
80. Старцев А.Н. Водород из сероводорода: инновация в энергетике и экологии. Природоподобная технология низкотемпературной каталитической переработки сероводорода для получения водорода. Саарбрюкен: Lambert Academic Publishing, 2017. 104 с. ISBN 978-3-330-06753-0.
81. http://vniro.ru/ru/
82. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. - М.: Айрис-пресс, 2012. — 576 с.
83. Грезе В.Н., Поликарпов Г.Г., Романенко В.Д. и др. Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды / отв. ред. В. Д. Романенко; АН УССР. - Киев: Наук. думка, 1987, 224 с.
84. Сорокин Ю.И. Изучение бактериальных процессов в Черном море. Сборник «Биологические исследования Черного моря и его промысловых ресурсов» Москва, Изд-во «Наука», 1968, С. 18 – 24.
85. Сафьянова Т.Е., Ревина Н.И. Рост мелкой ставриды в восточной части Чёрного Куманцов М.И.Черноморская камбала-калкан: состояние запасов и пути их сохранения и восстановления, Труды ВНИРО, 2013, Т. 150, С. 91 – 92.
86. Волькенштейн М. В., Расс Т. С. О вымирании видов. // ДАН СССР. 1987. Т. 295. № 6. С. 1513 - 1516.

Список литературы

87. Расс Т. С. Метамерия позвоночников, величина яиц (икринок) и размеры особей у рыб северных морей // Докл. РАН. 1992. Т. 324, No 5. С. 1131 - 1135.
88. https://www.yuga.ru/news/187638/
89. Стенаньян О.В. Филлофорное поле Зернова: к 110-летию уникального открытия в Черном море, журнал «Природа», №6, 2019.
90. https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/435266/Fillofornoe_pole_Zernova_k_110_letiyu_unikalnogo_otkrytiya_v_Chernom_more
91. Гембель А.В. Общая география Мирового океана Москва, Высшая школа, 1979, 215 с.
92. Богоров В.Г. Биомасса зоопланктона и продуктивные районы Тихого океана // Планктон / под ред. В.Г. Богорова. М. Наука, 1967а. С. 221 – 229. (Тихий океан. Т. 7: Биология Тихого океана. Кн. 1.
93. Богоров В.Г. Географическая зональность океана // Планктон / под ред. В.Г. Богорова. М. Наука, 1967б. С. 230 – 234. (Тихий океан. Т. 7: Биология Тихого океана. Кн. 1.)
94. Расс Т.С. Оскудение рыбных богатств Черного моря // Природа, 1994. № 5. С. 66 - 73.
95. Марти Ю. Ю. Труды ВНИРО. - М.: Издательство «Пищевая промышленность», 1964, - Т. 52. - Сб. 1. 411 с.
96. Арманд, Алексей Давидович. Самоорганизация и саморегулирование географических систем / А. Д. Арманд; Отв. ред. В. О. Таргульян; АН СССР, Институт географии. - Москва: Наука, 1988.
– 259 с.
97. Холопцев А. В., Грузинов В. М. Концепция адаптации прибрежных территорий к повышению уровня Мирового океана в условиях изменяющегося климата // Труды ГОИН. – 2021. – № 222. – С. 271 – 276.
98. Сычев С. Л. Комплексное освоение прибрежной зоны Черного моря - важнейший фактор ее устойчивого развития автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук специальность 25.00.24, - 2006.
99. https://www.kommersant.ru/doc/5064995
100. Андреев С.С. Биоклиматические показатели (индексы). Известия вузов. Северо-кавказский регион. Естественные науки. 2007. № 4.
101. Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н., Лубков А.С. Оценка биоклиматического потенциала черноморских курортов Крыма для развития туризма в регионе / Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле Bulletin of Udmurt university. Series Biology. Earth Science: научный журнал / учредитель: ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет». - Ижевск: Удмуртский ун-т, Т. 32, вып. 2. - 2022.
102. https://www.geo.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/meteorology/publications/Климатология/text/150
103. Циценко Г. В. Метеорологические факторы теплового состояния человека: диссертация кандидата географических наук: 11.00.00 / Ленинград, 1964. - 204 с.
104. Русанов В. И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей: Учеб. пособие / В. И. Русанов. - Томск: Изд-во Томского университета, 1981. - 86 с.
105. Siple P.A., Passel C.F. Measurements of dry atmospheric cooling in sub-freezing temperatures //Proc. Amer. Philos. Soc. 1945. V. 89. P. 177 - 199.
106. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. Киев: Здоровье, 1980. 261 с.
107. https://lmed.in/info/arhivy/chelovek-v-usloviyah-holoda/edinicy-teploizolyacii-i-soprotivleniya-ispareniyu.html
108. Бутьева И. В. Исследование климата в погодах и метеорологических условий климатотерапии в приморских районах Европейской территории СССР: Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата географических наук. (698) / АН СССР. Ин-т географии. - Москва, 1971.
109. https://www.springer.com/gp/book/9783030618940
110. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам // Выпуск 3. Часть 1. 1985. – 300 с.


СПАСИБО за внимание !