

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр
Черного и Азовского морей

ВЕСТНИК

**ГИДРОМЕТЦЕНТРА
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

№ 1 (16)

Одесса - 2014

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.
— 2014. — № 1(16). — 116 с. — Языки: укр., рус.**

Редакционная коллегия

Главный редактор: Сытов В. Н.
Зам. гл. редактора: Савилова А. И.
Члены редколлегии: Чумак П. К.
Лаврентьева В. Н.
Драган А. Н.
Компьютерная верстка: Щеголева М. А.

Адрес редакционной коллегии: Украина, 65009, г. Одесса,
ул. Французский б-р, 89
ГМЦ ЧАМ
тел. (0-482) 63-16-10
www.odessabul@ukr.net

*Свідоцтво про держ. реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серія ОД № 1690-561Р від 12.03.2013 р.*

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКСТРЕМУМОВ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРЕДЕЛАХ КАСПИЙСКО- ЧЕРНОМОРСКО-СЕДИЗЕМНОМОРСКОГО КОРИДОРА

Keywords: изменение климата, поздний Вюрм, оптимум Голоцена, похолодание ранней субатлантической эпохи, средневековый оптимум.

Весь путь развития человечества вплоть до средних веков в значительной степени определялся климатическими изменениями, поэтому анализ структуры чередования теплых и холодных периодов на различных территориях нашей планеты может предоставить возможности для оценки и понимания причин многих исторических событий.

Климатические циклы продолжаются 100-150 тыс. лет, межледниковые теплые периоды — 10-20 тыс. лет (рис. 1а) [1]. В последний теплый период позднего Плейстоцена (125-122 тыс. л.н.) среднегодовая температура превышала уровень современной на 1-2 °С. Из-за невозможности представить на значительном временном промежутке интересующие нас особенности хода изменения средней за сезон или за год температуры воздуха у поверхности земли рис. 1 разбит на четыре разномасштабных фрагмента, дающих определенное представление о соответствующих значениях температуры.

Современная климатическая ситуация соответствует теплой фазе, которая началась примерно 10,5 тысяч лет назад (л.н.), причем температурный максимум был пройден 6-5,5 тыс. л.н. (рис. 1 а, в) [1], (т.н. климатический оптимум Голоцена). С этого момента наблюдается общий отрицательный тренд в изменении глобальной температуры (рис. 1в), на фоне которого происходили определенные флуктуации глобальной температуры, с амплитудой не превышающей 1-2 °С (рис. 1 в, с) [1; 2].

Потепление в XX веке происходит неравномерно во времени и в пространстве. Рекордные значения глобального потепления, начавшегося с 70-х годов XX в., достигнуты в последние два десятилетия (рис. 1с) [2]. Вероятно, что антропогенный фактор является основной причиной изменения тенденции природного хода изменения глобальной температуры в последние декады. Рис. 1d показывает изменение температуры на метеостанции Одесса, из рисунка видно, что имело место повышение среднегодовых температур в конце XIX и в конце XX вв, а в период

1900-1940 гг. наблюдалось определенное снижение температуры. Аналогичная тенденция наблюдалась для всего северного полушария. Однако на фоне значительных флуктуаций изменений температуры за время инструментальных измерений (сплошная черная линия, рис. 1с) период 1900-1960 гг. можно считать относительно стабильным (рис. 1 с, d). Поэтому климатические аномалии средней температуры прошлых эпох определялись сравнением с нормами периода 1901-1960 гг., предположительно практически свободного от антропогенного влияния.

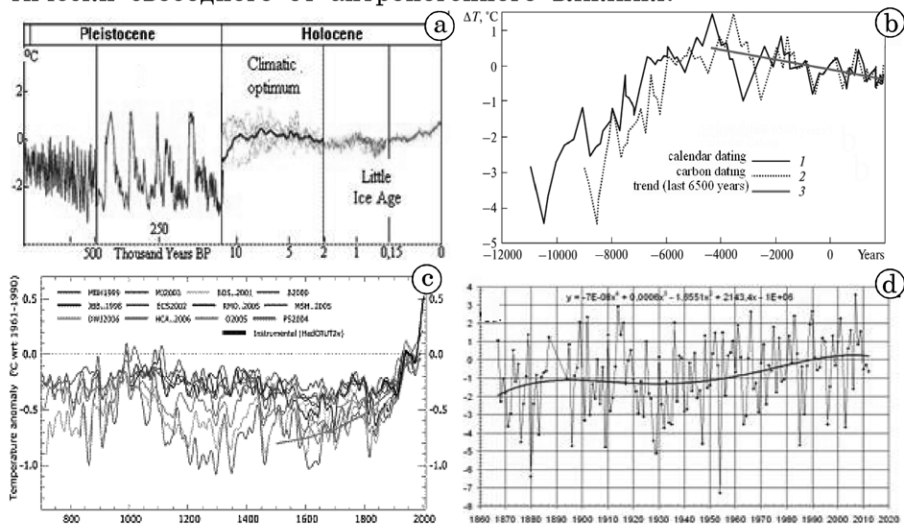


Рис. 1. Масштабы изменчивости аномалий среднегодовых значений температуры воздуха: а) для всего Земного шара в Плейстоцене и Голоцене [1]; б) исторический ряд для Северного полушария в Голоцене за последние 12 тысяч лет [1]; с) реконструкции для Северного полушария за последние 1300 лет по климатическим моделям (названия вверху). Аномалии — относительно среднего значения 1961-1990 гг. [2]; д) по метеостанции Одесса с 1865 по 2012 гг.

В позднем Вюрме (20-18 тыс. л.н.) в летний период для Средиземноморско-Каспийского Коридора понижение температуры находилось в диапазоне от -2 до -8 °C (рис. 2а) [3]. Такой суровый климат предопределил миграцию позднепалеолитических людей из центральной и западной Европы в северное Причерноморье [7]. В этот период осадки в южной части Коридора

имели превышение примерно на 50-100 мм/год, но к северу от 45⁰ с.ш. наблюдался их дефицит — 100-200 мм (рис. 2b), который привел к понижению уровня Новоэвксинского бассейна до -100 м, Каспийского моря до -64 abs (-37 м от современного) [3; 5; 7].

В оптимум Голоцена (6-5 тыс. л.н.) температурные аномалии имели высокие значений в высоких широтах. Для территории Коридора преобладали слабopоложительные (до +0,5 °C) и даже отрицательные аномалии (рис. 2c). Именно в этот период происходит расцвет куро-аракской и майкопской культур на Кавказе. Похолодание климата и последовавшая за ним смена ландшафта называют одной из основных причин распада этих культурно-исторических общностей [6]. На рис. 2d показаны значения аномалий температуры очередного похолодания в ранней субатлантической эпохе (ESA) (2650-2280 л.н.) [4]. Для пространства Коридора отклонения летних температур было в основном в пределах 1-2 °C, максимальное похолодание наблюдалось на юге центральной Европы.

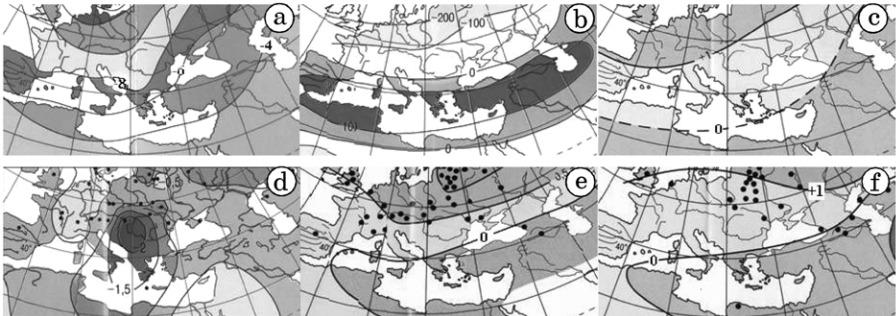


Рис. 2. Отклонения средних температур воздуха в пределах Коридора [3; 4]: а) летняя температура (поздний Вюрм 18 тыс. л.н.); б) отклонения средних годовых норм осадков (поздний Вюрм); в) летняя температура в атлантическом оптимуме Голоцена (6-5 тыс. л.н.); д) летняя температура в максимум похолодания ESA (около 2,5 тыс. л.н.); е) летняя температура в средневековой оптимум (около 1,0 тыс. л.н.); ф) летняя температура в средневековом оптимуме

Средневековый оптимум (конец IX-XII вв.) имел максимум потепления около 1000 года (рис. 1 б, с). В Западной и Центральной Европе аномалии температуры были на уровне значений 1960-1990 гг. (рис 1с). По территории Коридора летние, зимние

и среднегодовые аномалии по отношению к периоду 1901-1960 гг. были около нуля градусов: к северу от 40⁰ с.ш. — слабо положительные, к югу — слабо отрицательные (рис. 2 е, ф) [3]. Следовательно, можем сделать вывод, что современный климат является самым теплым за последние 4000 лет.

Анализ палеоклиматических реконструкций теплых и холодных климатических периодов межледниковой эпохи показывает, что относительно малые аномалии среднегодовой температуры воздуха приводят к значительным изменениям в жизни цивилизаций. Моделирование проекций климатических изменений на ближайшие 100 лет по различным сценариям развития человечества дает увеличение глобальной температуры от 2 до 8 °С. Выявление причин изменений глобальной температуры с учетом палеоклиматических данных может предоставить информацию для адаптации человечества к последствиям, вызванным изменениями климатических параметров.

Литература

1. Earth Systems Change over Eastern Europe. 2012 / Coeditors P. Groisman, V. Lyalko. — Kiev: Akadempriodyka.
2. Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment. — Joint EEA/JRC-WHO report. — EEA, Copenhagen, 2008, European Communities.
3. Klimenko V. V. 2001. Klimat srednevekovoi teploi epohi v severnom polusharii / [Climate of the Medieval Warm Epoch in the Northern Hemisphere]. Moscow, MEI. (in Russian)
4. Klimenko V. V. 2004. Holodnyi klimat rannei sybatlantichskoi epohi v severnom polusharii. [Cold climate of the Early Subatlantic Epoch in the Northern Hemisphere]. Moscow, MEI. (in Russian)
5. Konikov E., Likhodedova O., Pedan G. 2010. The comparative characteristic of level change of the Caspian and Black seas from late Pleistocene up to now and the forecast. The Caspian Region: environmental consequences of the climate change. Proceedings of the International Conference. — Moscow, p. 95-98.
6. The Bronze Age of the Caucasus and Central Asia. Early medium bronze Caucasus. 1994, Archaeology. Moscow: Nauka. (in Russian)
7. Yanko-Hombach V., Smyntyna O., Kadurin S., Larchenkov E., Kiosak D. 2011. Kolebania yrovhia Chernogo moria I adapcionnaia strategia drevnego cheloveka za posledyie 30 tysach let [Black

Sea level fluctuation and strategy of adaptation prehistoric people during the last 30 ka]. *Geology and Mineral Resources of the World Ocean*. 2(24). p. 61-94 (in Russian).

Ю. И. Шамраев

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕСНЫ И ЛЕТА ВИСОКОСНОГО 2012 ГОДА В ОДЕССЕ

Анализ теплового состояния весеннего и летнего сезонов последнего года наблюдений проведен по данным метеорологической станции Одесса-обсерватория, располагающей непрерывным рядом метеорологических характеристик с 1894 года. Для тепловой оценки календарных сезонов использованы суммы средних месячных значений температуры воздуха за весенние и летние месяцы. Представление о межгодовых колебаниях этих сумм дает табл. 1.

Таблица 1.

Характеристики сумм температур весенних и летних сезонов в 1894-2012 гг.

Характеристика	Сезон			
	Весна		Лето	
	Σ температур, °С	год	Σ температур, °С	год
Наибольшие суммы	35,0	2012	72,6	2010
Наименьшие суммы	15,1	1987	57,1	1976
Средние	26,4		63,4	

Как видно (табл. 1), оба рассматриваемых сезона оказались наиболее теплыми в 2010-2012 гг., а наименьшие суммы температур были зафиксированы в самом холодном 10-летию (1976-1987 гг.).

Таб. 2 содержит градации типов сезонов и их повторяемость.

Таблица 2.

Градации типов весенних и летних сезонов, и их повторяемость (%)

Тип сезона	Весна			Лето		
	градация, °С	повторяемость		градация, °С	повторяемость	
		число случаев	%		число случаев	%
ОХ	≤ 19,0	4	3,4	≤ 59,0	8	6,7
Х	19,1 - 22,7	19	16,0	59,1 - 61,2	25	21,0
Н	22,8 - 29,3	64	53,7	61,3 - 66,5	66	55,5
Т	29,4 - 32,3	24	20,2	66,6 - 69,7	14	11,8
ОТ	≥ 32,4	8	6,7	≥ 69,8	6	5,0

Примечание: ОХ — очень холодный, Х — холодный, Н — нормальный, Т — теплый, ОТ — очень теплый тип сезона.

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что за 119-летний период наблюдений теплые вёсны (ОТ и Т) имеют бóльшую повторяемость, чем холодные (ОХ и Х). Для летних же месяцев характерна обратная картина: годы с холодным летом заметно превышают число теплых. Наибольшая повторяемость теплых весен отмечалась в последние 15 лет. В 1998-2004 гг. из семи весен шесть были теплыми. Средняя сумма температур этого периода равна 30,3 °С. В 2007-2012 гг. из шести весен три были очень теплыми (2007, 2008 и 2012 г.), а остальные три — теплыми, при средней сумме температур 32,2 °С. Наибольшая повторяемость холодных весен зафиксирована в середине XX века. В 1952-1956 гг. три из четырех весен были холодными, при средней сумме температур 22,1 °С.

Теплые летние сезоны отмечались ежегодно в последние шесть лет, причем в 2007 (самый теплый по средней годовой температуре в Одессе), 2010, 2012 гг. суммы средних месячных температур превышали 72 °С, при средней сумме за этот период 70,0 °С. Наиболее холодные летние сезоны наблюдались в 1910-1919 гг. (средняя сумма 60,6 °С) и в 1976-1985 гг. (средняя сумма 60,0 °С). В первом периоде число холодных сезонов равнялось шести, во втором — семи из 10 лет.

Длительный период повышение средней годовой температуры происходила за счет зимних и весенних месяцев, однако, после самой теплой за весь период наблюдений зимы 2006-2007 гг. (сумма за зиму +10,7 °С), зимы стали несколько холоднее. За последние три зимы средняя температура снизилась до -1,4 °С, а февраль 2012 года впервые с 1985 года оказался холодным (-5,5 °С). Однако с марта 2012 года началось резкое повышение средней месячной температуры (от февраля к марту она возросла на 10,2 °С, при норме 3,8 °С). С марта по октябрь все месяцы были теплыми. В результате по сумме средних месячных температур за 8 месяцев (март-октябрь) 2012 года оказался самым теплым (сумма температур составила 141,5 °С). И только с учетом предшествовавших зимних месяцев этот год уступает 2007-му на 8,1 °С.

Для получения представления о глобальности продолжающегося процесса потепления климата сравним колебания средних месячных температур в Одессе с имеющимися в нашем распоряжении аналогичными колебаниями в Туапсе (Черноморское по-

бережье Краснодарского края) и Чертково (граница между Луганской и Ростовской областями).

В Туапсе после самого теплого 2010 года (семь очень теплых и два теплых месяца) наступил нормальный 2011 год всего с двумя теплыми месяцами (июли и декабрь) и холодным ноябром. Февраль и март 2012 года были холодными, а с апреля (на месяц позже, чем в Одессе) начался интенсивный рост значений средних месячных температур, составивший за первый месяц 10 °С при норме 4,2 °С. Апрель 2012 года оказался теплым, а май и июнь — очень теплыми (как и в Одессе).

В Чертково после 2010 года (также самого теплого) с суммой летних температур 76,9 °С (т.е. на 4,3 °С выше, чем в Одессе) и нормального 2011 года с холодным февралем, теплым июлем и очень теплым декабрем, пришел 2012 год также с холодным февралем, после которого также началось резкое повышение температуры: от февраля к марту на 10 °С (норма 5,4 °С), а от марта к апрелю — на 16,1 °С (норма 9,7 °С). Апрель и май были очень теплыми, июнь и июль — теплыми, а август — нормальным. Если в Одессе с 2007 года ежегодно наблюдались теплые и очень теплые весенние и летние сезоны, то в Туапсе и Чертково такая ситуация имела место только в последние три года.

Нужно отметить, что имеющийся у нас ряд средних месячных температур воздуха за 2012 год заканчивается теплым сентябрем и октябрем с суммой температур за два осенних месяца 34,4 °С, которая уступает только сумме за аналогичные месяцы 1918 года (35,8 °С). По величине средней месячной температуры сентябрь 2012 занимает 7-8-е, а октябрь — 4-е место в 119-летнем ряду наблюдений. Интересно, что в 1974 году после теплых сентября и октября, наблюдалась теплая зима 1974-1975 гг. с суммой +6,2 °С, а в 1984 году такое же сочетание типов осенних месяцев завершилось холодной зимой 1984-1985 гг. с суммой -14,1 °С. И все же устойчивая положительная аномалия средних месячных температур в течение 8 месяцев создает предпосылки для теплой или, по крайней мере, умеренной зимы 2012-2013 гг.

Таким образом, несмотря на некоторую перестройку более теплых месяцев и сезонов, и отдельные холодные месяцы на обширных территориях Украины и соседних районов России продолжается потепление климата, начавшееся во второй половине 90-х годов прошлого века.

*И. П. Неверовский, Ю. И. Попов,
В. Н. Сытов, А. С. Матыгин*

РЕЗУЛЬТАТЫ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АНТАРКТИКЕ В ОБЛАСТИ АРХИПЕЛАГА АРГЕНТИНСКИХ ОСТРОВОВ (ВКЛЮЧАЯ ПРОЛИВ ПЕНОЛА) В 2012-2013 ГГ.

Аннотация. Рассмотрена гидрофизическая структура вод в период проведения первых масштабных океанографических наблюдений в районе архипелага Аргентинские острова, расположенных к западу от Антарктического полуострова, в период 2012-2013 годов. На подавляющем большинстве станций шельфовой зоны островов наблюдалась двухслойная вертикальная структура вод с распресненным и теплым поверхностным слоем и соленым и холодным придонным. В проливе Пенола отмечено летнее формирование трехслойной структуры вод, с наличием промежуточного холодного слоя отрицательных температур. Предполагается южное распространение приповерхностных вод и северный перенос промежуточно-глубинных вод из района залива Маргарет.

Введение. Проведение экологических и океанографических работ в районе расположения Украинской антарктической станции “Академик Вернадский” началось в период выполнения двух первых Украинских морских антарктических экспедиций на научно-исследовательском судне “Эрнст Кренкель” в 1997 и 1998 годах. Тогда были выполнены две первые экологические съемки межостровной акватории архипелага Аргентинские острова, инструментальные двухнедельные измерения придонных течений в шести районах архипелага и комплексные полигонные океанографические, геологические и биоресурсные наблюдения в проливе Брансфилд, у Южных Шетландских и Южных Оркнейских островов.

Измерения придонных течений, проведенные летом 1998 года (впервые в истории исследований этого региона Антарктики) показали, что на трех станциях периферийной области островной зоны существует генеральный устойчивый перенос вод в ССВ направлениях. Внутри островной зоны течения существенно зависят от расположения островов и разделяющих их внутренних проливов.

В 1999 году сотрудниками Украинского научного центра экологии моря (УкрНЦЭМ) подготовлена программа береговых и рейдовых океанографических наблюдений, которая эпизодически выполняется зимовщиками по настоящее время.

Проведение рейдовых океанографических работ в Антарктике связано как со значительными трудностями погодно-климатического характера, так и с малочисленностью состава метеорологов-океанологов. Выполнение работ существенно зависит от профессиональной подготовки и энтузиазма специалистов зимовочного отряда.

В 2012 году УАЦ был приобретен гидрофизический зонд с твердотельной памятью марки RBR-XR620 (фирма изготовитель RBR Ltd., Канада). Появилась возможность проведения глубоких зондирований водной толщи за относительно короткое время.

В апреле 2012 г. сотрудником зимовочного отряда Украинской антарктической станции “Академик Вернадский” Неверовским И.П. по оперативной связи с представителями УкрНЦЭМ и УАЦ был согласован расширенный план летних океанографических работ на 2012-2013 гг. без участия специалистов сезонного отряда океанологов. План включал выполнение подробной океанографической съемки межостровной зоны архипелага Аргентинские острова, состоящей из 60-ти станций и, первоначально, двух, а позднее трех ортогональных разрезов (по 10-12 станций) в глубоководном проливе Пенола, отделяющем архипелаг от материка.

В начале марта 2013 г. все запланированные работы были выполнены метеорологом-океанологом И. П. Неверовским в полном объеме.

Материалы исследований. В начальный осенний период зимовки 2012-2013 гг. проведены пробные гидрофизические зондирования с малого плавсредства. Работы выполнялись в различных районах межостровной зоны, но особое внимание уделялось двум районам — приливу Мик и району северной якорной стоянки. Наблюдения в этих районах проводились по возможности в одних и тех же точках и недельной дискретностью для получения внутригодового хода изменений термогалинного состояния водной толщи. В зимний период года работы эпизодически проводились с ледового покрова.

С наступлением летнего полугодия 2012-2013 гг. появилась возможность проведения масштабных океанографических работ. Всего за летний период, в дополнение к вышеуказанному объему работ, были выполнены:

- полномасштабная съемка межостровной зоны — 60 станций (13-15.02.2013)

- меридиональный разрез в проливе Пенола (№ 1) — 10 ст. (22.01.2013)
- широтный разрез в проливе Пенола (№ 2) — 13 ст. (24.01.2013)
- широтный разрез в проливе Пенола (№ 3) — 10 ст. (01.03.2013)
- внутригодовые многосуточные станции в проливе Мик и в районе якорной стоянки — 23 ст. (09.09.2012-12.02.2013)

В продолжение разреза № 2, в заливе Эддингтон были выполнены 3 станции, вплоть до стенки выходного глетчера Буссей.

Станции выполнялись до глубин 150 метров или до дна, при меньшей глубине места. Вертикальное разрешение исходных данных 0,1-0,5 м (в зависимости от скорости погружения прибора).

Схема выполненных станций при съемке морской акватории архипелага и разрезах в проливе Пенола представлена на рис. 1.

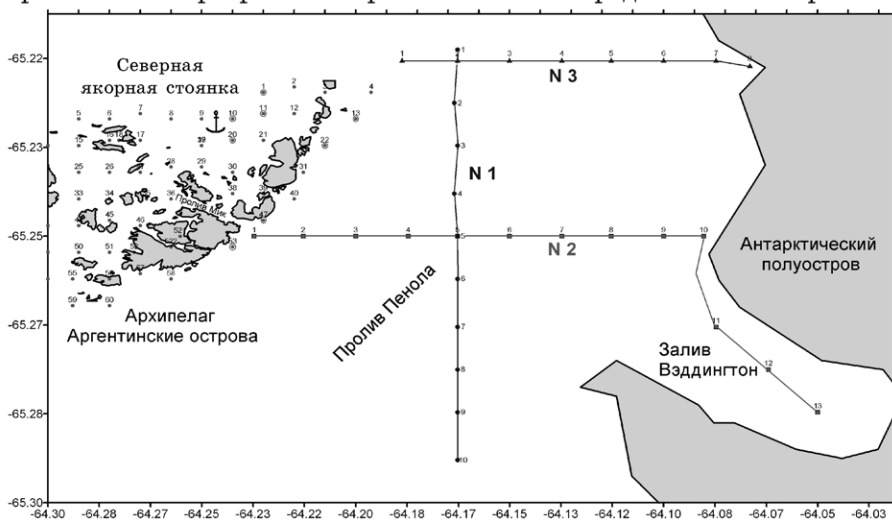


Рис. 1. Схема расположения океанографических станций при съемке межостровной зоны Аргентинского архипелага и на разрезах в проливе Пенола

Горизонтальная структура вод в районе архипелага Аргентинские острова

Структура термогалинных характеристик поверхностных вод в рассматриваемом районе существенно зависит от солнечной инсоляции, концентрации айсбергов и интенсивности адвекции

вод, а в шельфовой области островов Аргентинского архипелага также от наличия снежно-ледового покрытия на островах и полусуточных приливо-отливных течений.

**Горизонтальная структура вод
в межостровной зоне архипелага Аргентинские острова**

Поверхностная термическая структура вод межостровной зоны архипелага в период с 13 по 15 февраля 2013 года (рис. 2а) характеризовалась наличием ряда очагов относительно холодных и теплых вод. Наиболее теплые воды (1,75-2,05 °C) отмечались в юго-западном окраинном секторе полигона, в окружении островов Фордже (1,65-1,90 °C) и менее теплые условия (1,55-1,70 °C) имели место в примыкающих к островам районах пролива Пенола.

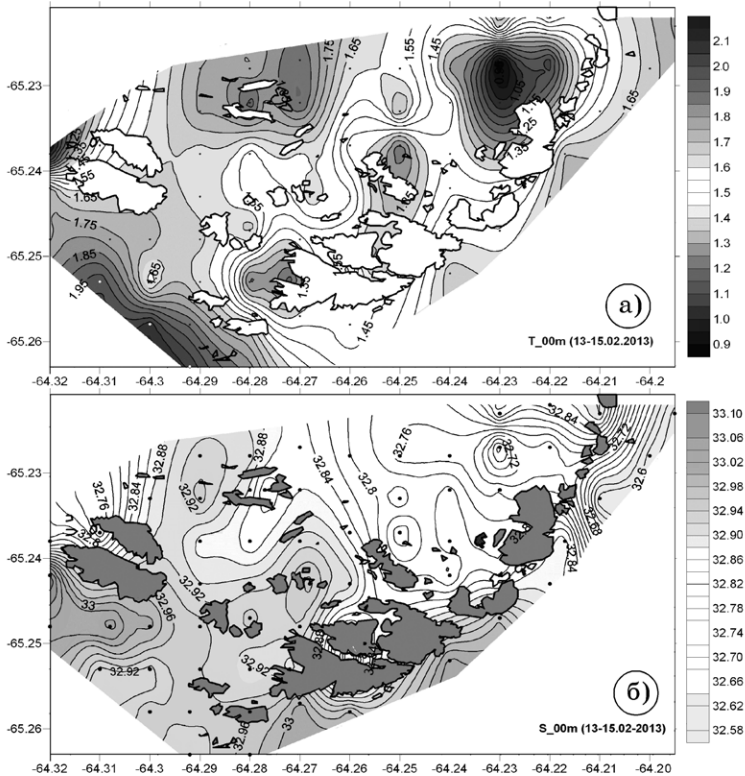


Рис. 2. Распределение температуры (а) и солёности (б) воды на полигоне архипелага Аргентинские острова. Поверхностный слой. 13-15 февраля 2013 года

Относительно низкая температура вод (1,00-1,50 °С) поверхностного слоя наблюдалась западнее островов Барчанс, в центральных областях межостровной зоны (1,20-1,40 °С), а наиболее холодные воды (0,95-1,40 °С) поступали с севера в северо-восточные области полигона.

Распределение поверхностной солености (рис. 26) в целом согласуется с термической структурой вод — областям повышенной температуры, как правило, соответствуют районы повышенной солености и наоборот. Но полного соответствия не отмечается. Так, например, наиболее теплые воды юго-западного сектора полигона имеют средние характеристики солесодержания (32,92-32,95 ‰), а относительно теплые воды в северо-восточном секторе характеризуются максимальным для всего полигона распределением (32,60-32,75 ‰).

Термогалинные параметры вод придонного слоя (рис. 3) имеют еще более сложную структуру, поскольку характеризуют соответствующие условия на разных глубинах в условиях чрезвычайно изменчивого донного рельефа островной зоны. Различия термогалинных характеристик вод поверхностного и придонного слоев в мелководных районах могут быть невелики, но в глубоких — они кардинально меняются.

На основной мелководной части полигона за предшествующий летний период произошел прогрев придонных вод до положительных температур 0,5-1,2 °С. Обширная область слабых отрицательных температур отмечается в районе северной якорной стоянки, расположенной к северу от островов Гротто и Уругвай и имеют небольшое пространственное смещение с областью экстремально низких температур на поверхности. Отрицательные температуры воды отмечались также на двух крайних станциях с большими глубинами места (в проливе Пенола и на юго-западе архипелага).

Мелководная область полигона занята относительно распределенными придонными водами. Имеет место значительно лучшее мезомасштабное согласование термогалинных характеристик, чем в поверхностном слое, но обратного знака — чем выше температура, тем ниже соленость вод и наоборот. Отмеченным выше областям вод с отрицательной придонной температурой соответствует высокая соленость (>33,9 ‰). Опять же, исключение из правила представляет северо-восточный сектор полигона, охваты-

вающий северную область пролива Пенола, где относительно теплые придонные воды имеют экстремально высокую соленость (34,0-34,6 ‰).

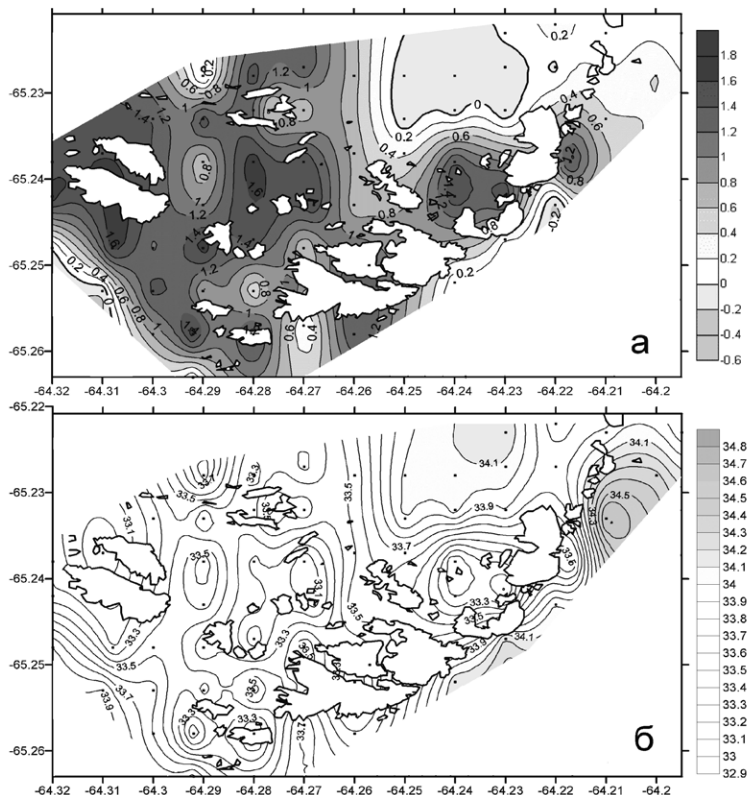


Рис. 3. Распределение температуры (а) и солености (б) воды на полигоне архипелага Аргентинские острова.

Придонный слой. 13-15 февраля 2013 года

Горизонтальная структура вод в проливе Пенола

Пространственная структура вод летнего периода 2012 года показана на рис. 4. Наблюдения на разрезах № 1 и 2 (рис. 1) были выполнены 22 и 24 января, при съемке межостровной зоны архипелага — 13-15 февраля, а на разрезе № 3 — 1 марта. Разрез № 3 самый северный исследуемый регион и он, в условиях начала осеннее-зимнего выхолаживания дает очень низкие поверхностные температуры (от 0 до -1,0 °C). Однако в западной части

разреза еще сохранялись воды с температурой, соизмеримой с температурой вод (1,4-1,8 °С) межостровной зоны. Низкие температуры вод в прилегающей к материку области свидетельствуют о существенном влиянии непосредственного контакта с выводными ледниками Антарктического полуострова, генерирующего летом большие объемы тающих вод.

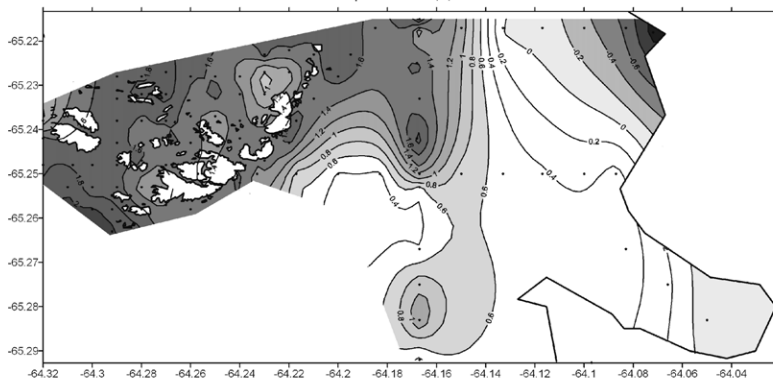


Рис. 4. Распределение температуры поверхностного слоя вод района архипелага Аргентинских островов и пролива Пенола 13 февраля - 1 марта 2013 года

Вертикальная структура вод

Летняя вертикальная структура вод в межостровной зоне Аргентинского архипелага характеризуется относительно высокими температурами и низкой соленостью в приповерхностном слое и холодными и солеными водами у дна.

Вертикальная структура вод в межостровной зоне островов Аргентинского архипелага

Летом 2012-2013 гг. на наиболее глубоких 17-ти станциях съемки (с глубинами более 45 метров) наблюдалось наличие холодных глубинных вод с отрицательными температурами. На 8-ми станциях (№№ 1, 10, 11, 13, 20, 22, 47 и 53) слои воды экстремально низкими температурами находились в промежуточном состоянии, их подстилали более теплые придонные воды. На станциях №№ 1, 13, 22, 47 и 53 температура глубинных подстилающих вод была выше 0 °С. Четыре из вышеназванных станций (№№ 13, 22, 47, 53) находились на восточном склоне архипелага, в проливе Пенола, а четыре остальных (№№ 1, 10, 11 и 20) в межостровной котловине, на месте северной якорной стоянки.

Сравнение с данными годового мониторинга на западной оконечности пролива Мик в 2000 году показало, что прогрев как поверхностных, так и глубинных вод в теплое полугодие 2012 года был существенно менее интенсивным.

Вертикальная структура вод в проливе Пенола

При анализе летних вертикальных распределений температуры и солености в проливе Пенола (рис. 5-7), ширина которого 8-14 миль, прежде всего, следует обратить внимание на наличие промежуточного холодного слоя, разделяющего относительно теплые и значительно более соленые глубинные воды от прогретых в летних условиях и распресненных поверхностных вод. Отметим еще раз, что по техническим причинам наблюдения производились лишь до глубин 150 метров. Сведения о предшествующих глубоководных наблюдениях в этом районе отсутствуют. Промежуточный холодный слой, лежащий над сезонным пикноклином, является слоем, похожим в вертикальном строении вод на аналогичную структуру над основным пикноклином Черного моря. В последнем случае, холодный промежуточный слой или ХПС (именно в так он называется в Черном море) является продуктом поступления вод из двух основных поверхностных источников — конвективно опускающихся зимой плотных вод центральных областей моря и вод центральных и восточных областей его северо-западного шельфа.

ХПС вод пролива Пенола в 2013 году характеризовался отрицательными температурами и располагался в слое сезонного скачка солености (плотности) в промежутке глубин 25-80 метров. Экстремально низкие значения температуры вод в ХПС составляли на разрезах: по меридиану 64.10 з.д. — 0,45 °С (рис. 5, в его северной части); по параллели -65.15 ю.ш. — 0,38 °С (рис. 6, в западной части); по параллели -65.14 ю.ш. — 0,32 °С (рис. 7, в западной части).

Где в области архипелага Аргентинские острова и в целом к западу от Антарктического полуострова и когда может происходить генерация вод ХПС? Такими источниками непосредственно в этих районах, могут быть многочисленные выводные ледники Антарктического полуострова с большим объемом тающей пресной воды. Растекаясь в весенне-летнее время по поверхности, эти воды под воздействием редких сильных ветров и поверхностного перемешивания весенне-летнего полугодия, могут заглуб-

ляться и при дальнейшем летнем повышении поверхностной температуры создавать промежуточный слой. Они могут быть частично и адвективного происхождения, возможно, с тем же механизмом формирования в определенных районах. Вертикальная плотностная структура вод, прежде всего за счет более высокой солености глубинных вод, не позволяет им опускаться на большие глубины, и они распространяются в подповерхностном промежуточном слое.

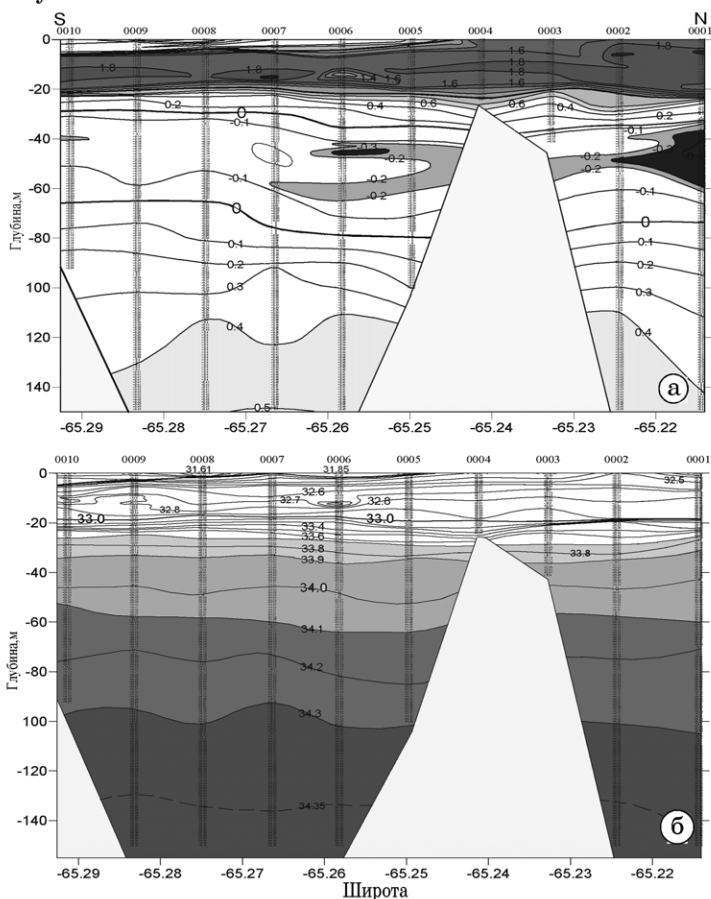


Рис. 5. Распределение температуры (а) и солености (б) воды на вертикальном разрезе вдоль пролива Пенола по меридиану 64°10' з.д.

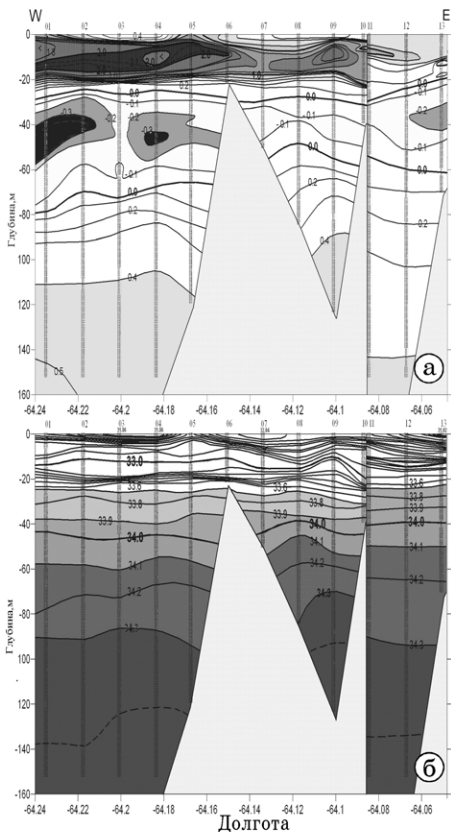


Рис. 6. Распределение температуры (а) и солёности (б) воды на вертикальном разрезе поперек пролива Пенола по параллели 65°15' ю.ш.

Непосредственно под ХПС располагалась верхняя часть глубинных вод (до максимальных глубин измерений — 150 м) с температурой 0,0-0,6 °С, солёностью 34,2-34,6 ‰ и аномалией плотности 27,4-27,6 усл. ед.

Объемно-статистический анализ водных масс

Суть объемно-статистического анализа заключается в условном расчленении исследуемой морской акватории на элементар-

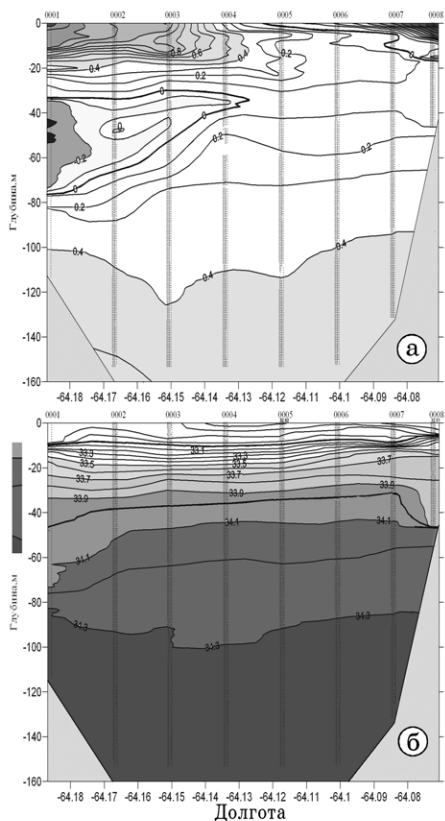


Рис. 7. Распределение температуры (а) и солёности (б) воды на вертикальном разрезе поперек пролива Пенола по параллели 65°13' ю.ш.

ные объемы вод в зависимости от количества и местоположения станций, вертикальной дискретности наблюдений, последующем вычислении средних термогалинных характеристик по элементарным объемам и суммировании объемов вод в ячейках TS-диаграммы с определенной дискретностью по температуре и солёности.

В нашем случае имеется детальное и равномерное покрытие почти всей внутренней акватории архипелага и, несмотря на существенные мелкомасштабные изменения глубин, рассчитанные оценки объемов вод и средневзвешенных глубин залегания можно считать вполне надежными. Так как нет полного покрытия пролива Пенола, то оценки, прежде всего объемов вод в проливе, носят ориентировочный характер.

Летняя TS-структура вод межостровной зоны архипелага напоминает аналогичную структуру вод Черного моря — широкий спектр температурной и солёностной изменчивости вод приповерхностного слоя, промежуточная зона резких градиентов (сезонный слой скачка), холодный промежуточный слой и, ниже, более теплая глубинная вода (рис. 8).

Широкий диапазон изменчивости термогалинных характеристик вод приповерхностного слоя существенно зависит от удаленности станций от источников холодных и пресных вод (айсбергов и берега, где еще продолжает таять снежно-ледовый покров и т.д.). На срединном меридиональном разрезе в проливе Пенола разброс температуры в приповерхностном слое (5-20 м) на фоне изменения солёности — минимален (рис. 9), а на широтных, подходящих вплотную к материковому склону Антарктического полуострова — максимальный (рис. 10 и 11).

Результаты наблюдений первой в истории исследований съемки пролива Пенола (рис. 5-7 и 9-11) показывают, что характеристики летнего ХПС (TS-индексы ядер, толщина слоя и объем вод) можно определять как характеристики слоя отрицательных температур.

ХПС во внутренней мелководной зоне района архипелага отсутствует. Наличие этих вод на диаграмме (рис. 8) показывают станции, расположенные на внешнем контуре архипелага, в частности, в проливе Пенола, где экстремальные температуры в ядре ХПС достигают значений $-0,35 \div -0,40$ °С.

Температура глубинных вод на глубоких станциях пролива Пенола повышается с глубиной (рис. 9-11). Такой характер изменений глубинных вод характерен для вод расположенных

южнее, в заливе Маргарет, и совершенно не соответствует глубинным изменениям температуры в более северных водах пролива Брансфилд. В последнем температура глубинных вод понижается с глубиной. Их происхождение связано с глубоким западным внедрением вдоль Антарктического полуострова очень плотных промежуточно-глубинных вод моря Уэдделла. Это еще раз подтверждает южное происхождение глубинных и промежуточных вод в проливе Пенола.

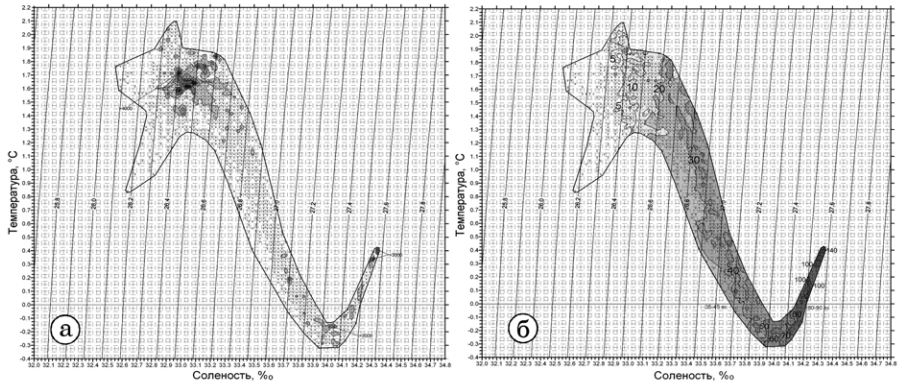


Рис. 8. Объемно-статистическая TS-диаграмма вод межостровной зоны архипелага Аргентинские острова: а) объемы вод (м^3); б) средневзвешенная глубина залегания вод (м). 13-15.02.2013 г.

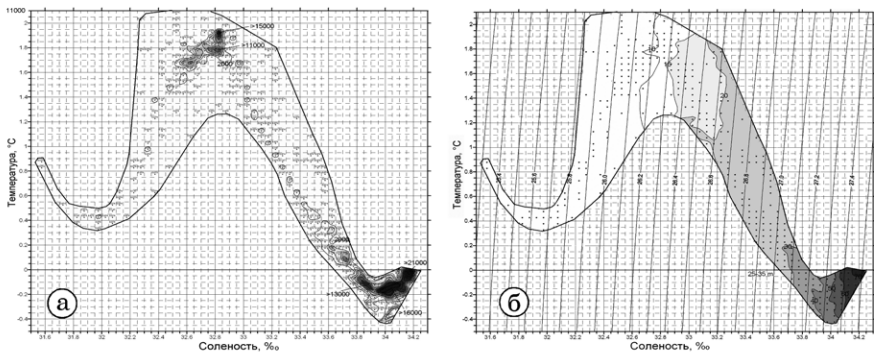


Рис. 9. Объемно статистическая TS-диаграмма вод на меридиональном разрезе № 1 в проливе Пенола. а) объемы вод (м^3); б) средневзвешенная глубина залегания вод (м). 22.01.2013 г.

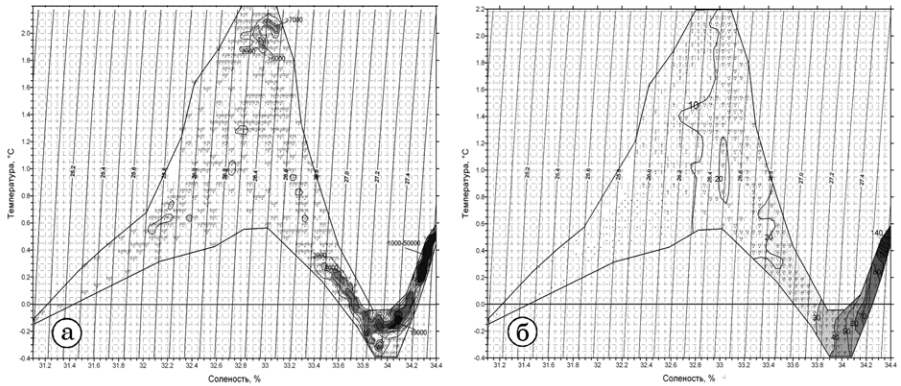


Рис. 10. Объемно статистическая TS-диаграмма вод на широтном разрезе № 2 в проливе Пенола. а) объемы вод (м^3); б) средневзвешенная глубина залегания вод (м). 24.01.2013 г.

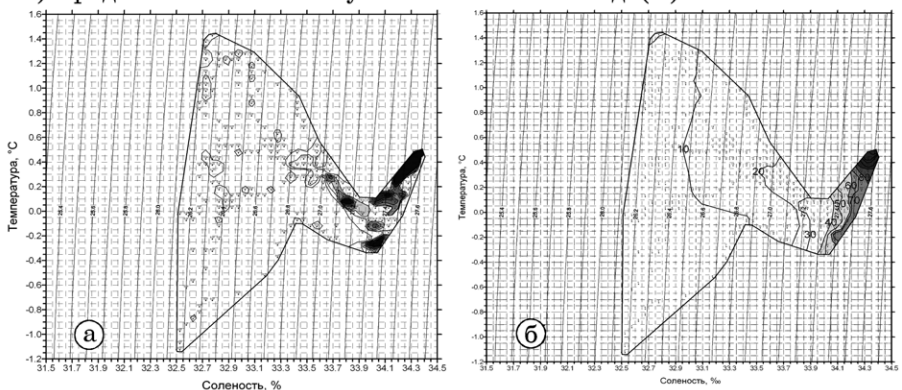


Рис. 11. Объемно статистическая TS-диаграмма вод на широтном разрезе № 3 в проливе Пенола. а) объемы вод (м^3); б) средневзвешенная глубина залегания вод (м). 12.02.2013 г.

На основании данных наблюдений с американского исследовательского судна “Лоуренс Голд” рассмотрим вопрос о возможном формировании глубинных вод и вод ХПС в проливе Пенола. В 2002 году, примерно, в сроки выполнения съемки области пролива Пенола с ИС “Лоуренс Голд” были выполнены океанографические съемки к северу и югу от рассматриваемого района. Материалы наблюдений были любезно предоставлены украинским ученым американскими исследователями при заходе судна на станцию “Академик Вернадский” в 2003 году.

Анализ совмещенных TS-характеристик на объемно статистических диаграммах вод в проливе Пенола и к северу — в проливе Брансфилд (рис. 12) показывает, что в проливе Брансфилд присутствуют лишь следы промежуточно-глубинных вод рассматриваемой нами области, и они не могут быть источником вод пролива Пенола. Соленость основной массы промежуточных и глубинных вод пролива Брансфилд существенно выше.

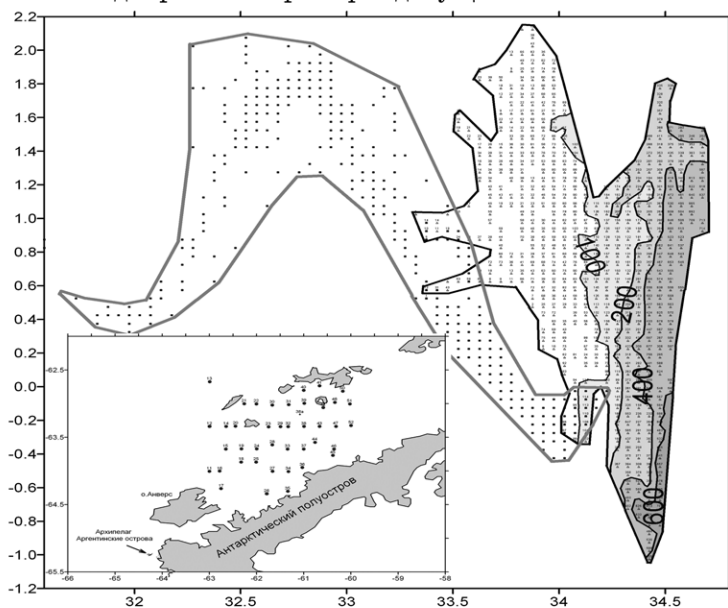


Рис. 12. Объемно статистическая TS-диаграмма вод пролива Брансфилд (средневзвешенная глубина залегания вод в метрах) на фоне схемы аналогичной диаграммы меридионального разреза через пролив Пенола (из рис. 9).

На врезке дана схема станций в районе пролива Брансфилд

Аналогичный анализ совмещенных TS-характеристик на объемно статистических диаграммах вод в проливе Пенола и к югу — в заливе Маргарет (рис. 13) дает иную картину. Промежуточно-глубинные воды пролива Пенола по своим характеристикам соответствуют промежуточным водам залива Маргарет, но, в среднем, приподняты относительно последних на 35-40 метров.

Активная атмосферная циклоническая деятельность вдоль западного побережья Антарктического полуострова вызывает

частую повторяемость в исследуемом районе северо-восточных ветров, а, следовательно, и дрейфовый перенос поверхностных вод в южных направлениях. В промежуточных и, возможно, глубинных слоях должен существовать обратный, компенсационный перенос вод. Очевидно, именно такую ситуацию мы и наблюдаем в нашем случае.

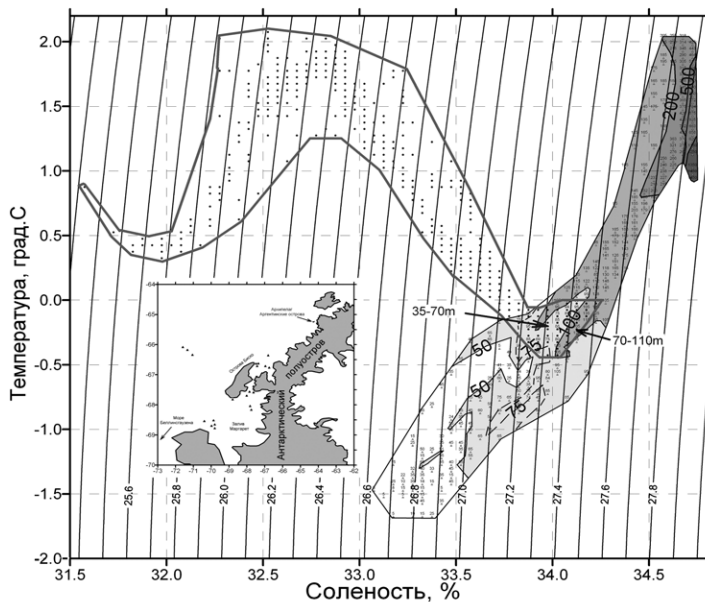


Рис. 13. Объемно статистическая TS-диаграмма вод залива Маргарет и окрестностей (средневзвешенная глубина залегания вод в метрах) на фоне границ распределения вод аналогичной диаграммы меридионального разреза через пролив Пенола (из рис. 9).

На врезке дана схема станций в районе залива Маргарет

Внутригодовые изменения термического состояния водной толщи в районе архипелага Аргентинские острова в весенне-летний сезон 2012-2013 гг.

В условиях интенсивного потепления климата в районах к западу от Антарктического полуострова очень важны наблюдения термического состояния всей водной толщи. Как уже было сказано выше, с этой целью специалистами УкрНЦЭМ еще в 1999 году была разработана и внедрена на станции “Академик Вернадский”

программа рейдовых океанографических наблюдений. К сожалению, выполнялась она не регулярно, и получить длительный ряд внутригодовых изменений состояния не удалось. По данным летних рейдовых наблюдений в проливе Мик в 2000 году температура воды поверхностного слоя прогрелась до значения $+5^{\circ}\text{C}$, а в придонном слое, на глубине 30 м, — до значения $+2^{\circ}\text{C}$. Это пока рекордные показатели термического состояния вод.

В 2012-2013 гг. была проведена подобная серия наблюдений с недельной дискретностью. В период с сентября по вторую декаду ноября наблюдения производились в проливе Мик (глубина места $\sim 30\text{-}35$ м), в непосредственной близости от станции, и, зачастую, с ледового покрова. Когда улучшилась ледовая обстановка и появилась возможность выхода на малом плавсредстве на вдвое большие глубины (3-я декада ноября, глубина места 50-60 м), но также не далеко от станции, наблюдения были перенесены в район якорной стоянки к северу от о. Гротто. Завершилась серия наблюдений в конце зимнего периода 12.02.2013 г.

С сентября по ноябрь в проливе Мик происходил медленный прогрев вод поверхностного слоя от $-1,8^{\circ}\text{C}$ в сентябре до $-1,2^{\circ}\text{C}$ в середине ноября (рис. 14). В придонном слое этот процесс шел несколько быстрее, но волнообразно — сказывались эпизодические (примерно раз в две недели) вторжения более теплых вод с соседних акваторий.

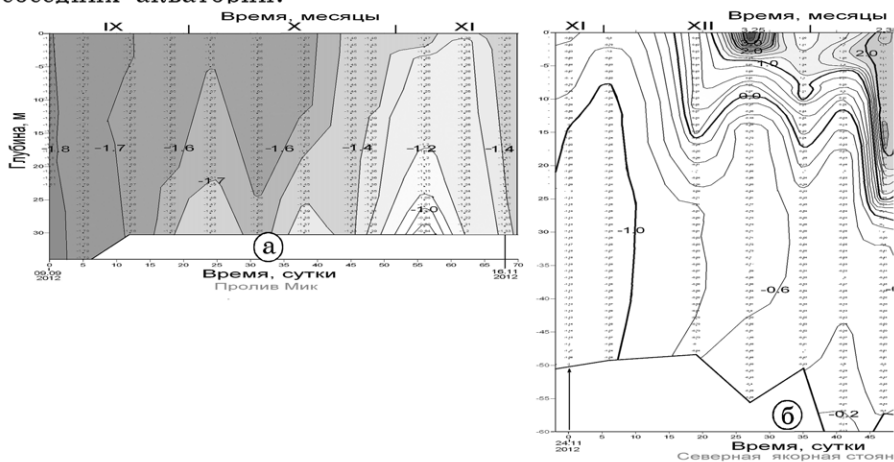


Рис. 14. Изменчивость температуры воды на вертикальном временном разрезе: а) в проливе Мик (весна 2012 г.); б) в районе северной якорной стоянки (весна-лето 2012-2013 гг.)

Во втором районе фиксировалось уже, в основном, летнее состояние вод. Во второй декаде декабря начался интенсивный прогрев и к концу ее температура вод слоя 0-3 метра на непродолжительное время достигла экстремальных для данного годового хода значения $+3,8$ °С. В течение месяца нулевая изотерма колебалась на глубинах 12-17 метров. В начале второй декады января произошло второе за сезон значительное потепление поверхностных вод до значений на поверхности $+2,38$ °С, а сезонный термоклин заглубился до горизонта 20-25 метров. Далее воды летнего сезона характеризовались малоградиентным по времени и вертикали полем с температурой в однородном слое 1,2-1,6 °С.

Циркуляция вод в проливе Пенола

Пролив Пенола имеет более сложную береговую и донную орографию. При редкой сетке неравномерно расположенных станций, можно определить лишь общие черты геострофической циркуляции. Северный широтный разрез показал заток с севера холодных и распресненных вод вдоль побережья Антарктического полуострова, а затем их возвращение на север в центральных районах пролива (рис. 15, 16). Это свидетельствует о наличии зоны обширного, в рамках пролива, циклонического круговорота.

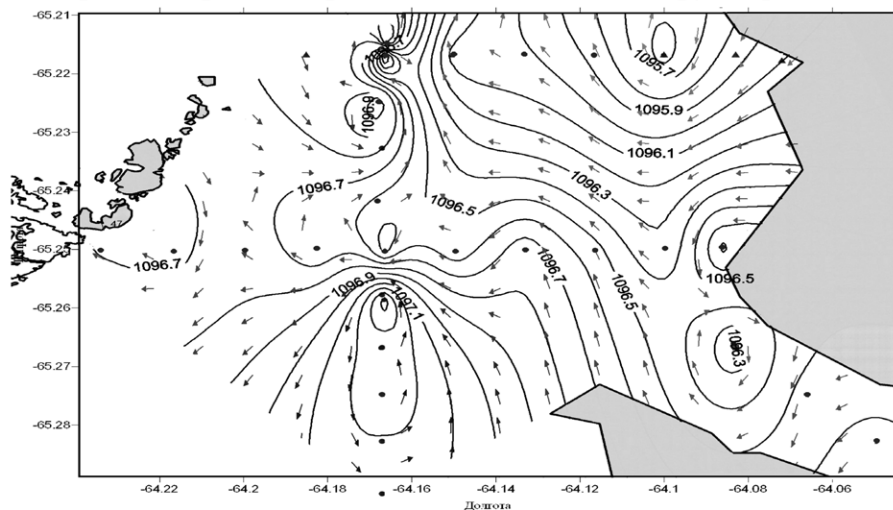


Рис. 15. Динамическая топография вод поверхностного слоя пролива Пенола в период 22.01 по 01.03.2013 г.
Расчет от изобарической поверхности 150 дб.

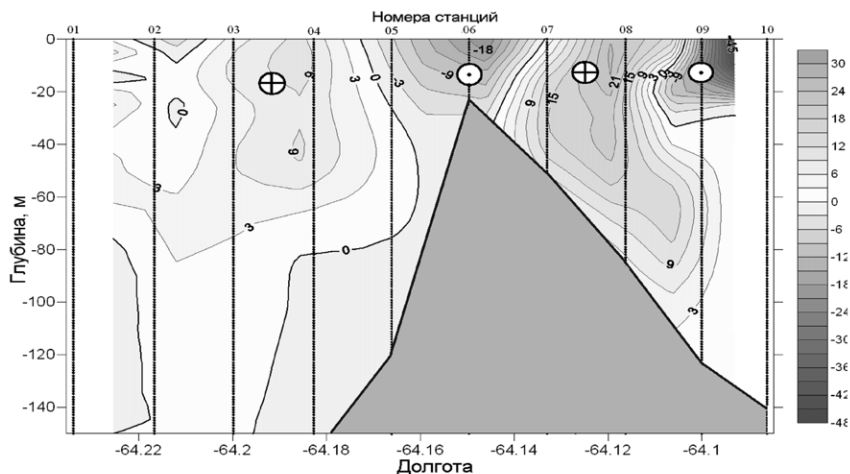


Рис. 16. Меридиональная составляющая геострофической скорости течения (см/с) на зональном разрезе № 2 через пролив Пенола (по параллели $-65^{\circ}15'$ ю.ш.). 24.01.2013 г.

Выводы

1. В 2012-2013 гг. впервые в данном районе Антарктики была выполнена в полном объеме подробная океанографическая съемка межостровной зоны архипелага Аргентинские острова и глубоководного пролива Пенола.
2. Термогалинная структура вод района характеризуется наличием ряда очагов относительно холодных и теплых вод. Различия термогалинных характеристик вод поверхностного и придонного слоев в мелководных районах могут быть невелики, но в глубоких — они существенно отличны.
3. Низкие температуры вод в прилегающей к матерiku области свидетельствуют о существенном влиянии выводных ледников Антарктического полуострова, генерирующих летом большие объемы тающих вод.
4. Анализ летних вертикальных распределений температуры и солености в проливе Пенола позволил впервые для Антарктики выявить существование промежуточного холодного слоя, разделяющего относительно теплые и значительно более соленые глубинные воды от прогретых в летних условиях и распресненных поверхностных вод.
5. Промежуточный холодный слой, лежащий над сезонным пикноклином, является слоем, похожим в вертикальном

строении на аналогичную структуру вод над основным пикноклином Черного моря. Летняя TS-структура вод межостровной зоны архипелага напоминает аналогичную структуру вод Черного моря — широкий спектр температурной и соленостной изменчивости вод приповерхностного слоя, промежуточная зона резких градиентов (сезонный слой скачка), холодный промежуточный слой и, ниже, более теплая глубинная вода. ХПС вод пролива Пенола в 2013 году характеризовался отрицательными температурами и располагался в слое сезонного скачка солености (плотности) в промежутке глубин 25-80 метров.

Результаты наблюдений первой в истории исследований съемки пролива Пенола показывают, что характеристики летнего ХПС (TS-индексы ядер, толщина слоя и объем вод) можно определять как характеристики слоя отрицательных температур.

6. Источниками генерации вод ХПС непосредственно в этих районах, могут быть многочисленные выводные ледники Антарктического полуострова с большим объемом тающей пресной воды. Растекаясь в весенне-летнее время по поверхности, эти воды под воздействием редких сильных ветров и поверхностного перемешивания весенне-летнего полугодия, могут заглубляться и при дальнейшем летнем повышении поверхностной температуры создавать промежуточный слой. ХПС может быть частично и адвективного происхождения — возможно, с тем же механизмом формирования в определенных районах. Вертикальная плотностная структура вод, прежде всего за счет более высокой солености глубинных вод, не позволяет им опускаться на большие глубины, и они распространяются в подповерхностном промежуточном слое.
7. Температура глубинных вод на глубоких станциях пролива Пенола повышается с глубиной. Такой характер изменений глубинных вод характерен для вод расположенных южнее, в заливе Маргарет, и совершенно не соответствует глубинным изменениям температуры в более северных водах пролива Брансфилд. В последнем температура глубинных вод понижается с глубиной. Их происхождение связано с глубоким западным внедрением вдоль Антарктического полуострова очень плотных промежуточно-глубинных вод моря Уэдделла. Это еще раз подтверждает южное происхождение глубинных и промежуточных вод в проливе Пенола.

8. Показано, что в проливе Пенола существует заток с севера холодных и распресненных вод вдоль побережья Антарктического полуострова, затем возвращающихся через центральные районах пролива, что свидетельствует о наличии зоны обширного, в рамках пролива, циклонического круговорота.

*В. Н. Большаков,
А. П. Куракин*

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ У ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ ВО ВРЕМЕННЫХ МАСШТАБАХ ДО ОДНОГО ГОДА

В последние годы в связи с увеличением численности рапаны (*Rapana venosa*) в северо-западной части Черного моря, увеличился практический интерес к изучению ее питания. Это важно для определения реального ущерба наносимого этими хищными улитками поселениям мидий и других массовых видов двустворчатых моллюсков. Полигоном для изучения этого вопроса была избрана прибрежная зона острова Змеиный. Во-первых, потому что здесь имеются многочисленные популяции, как мидии, так и рапаны, во-вторых, из за удаленности этого места от скоплений людей (что уменьшает степень различных видов антропогенного воздействия на природные сообщества, а также снижает риск несанкционированного вмешательства в экспериментальные работы).

Полевые исследования на протяжении нескольких сезонов, позволили уточнить литературные данные и получить достаточно точные оценки суточных рационов рапаны разных размерных групп. Однако, если эти оценки распространить на годовой период, то представления о размерах годового ущерба, наносимого рапаной мидийным поселениям окажутся завышенными. Дело в том, что интенсивность питания хищника зависит от многих факторов. Один из них, возможно самый важный, — это температура окружающей среды. По литературным данным при температуре воды ниже 10 °С рапана вообще перестает питаться [1]. Это подтверждается нашими собственными наблюдениями. При осеннем понижении температуры, еще до достижения критического значения, интенсивность питания рапаны снижается. Затем они перестают питаться, отползают на самые низкие участки дна (край мидийной щетки, впадины между камнями) и стараются зарыться в

грунт [2]. На то же указывают и профессиональные сборщики рапаны. По их словам, даже в летние месяцы при сгонных явлениях, когда температура придонной воды понижается на непродолжительное время, моллюски закапываются в грунт, и уже на вторые сутки с начала сгона уловы рапаны значительно падают. Этот фактор следует учитывать при расчете годового рациона рапаны.

Для исследования годового хода температур был использован производимый в США термограф НОВО Water Temp Pro [3]. Термограф был установлен на глубине 8 м в Северной бухте острова Змеиный (рис. 1). Выбор глубины обуславливался следующими причинами. Остров Змеиный окружен каменной осыпью распространяющейся от уреза воды до глубины 11-14 метров. Образующие осыпь камни как правило покрыты мидиями, которые служат кормом рапане. В летний сезон рапана обильно встречается на осыпи от глубины 4-5 м до ее нижнего края. Выше этого пояса находится зона интенсивного волнового воздействия, а ниже бедный кормом песчано-ракушечный грунт. Поэтому на восьмиметровую глубину приходится средняя часть ареала рапаны как по глубине, так и по максимальной численности.

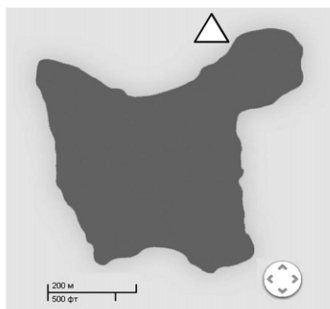


Рис. 1. Точка наблюдений в Северной бухте острова Змеиный

Термограф фиксировал температуру через каждые три часа, то есть 8 раз в сутки, что дает надежные среднесуточные значения и довольно хорошее представление об изменчивости температуры в течение суток. Наблюдения продолжались в течение 13 месяцев, с 27 сентября 2010 г. по 27 октября 2011 г. Однако, по исходным данным из-за высокой выборочной изменчивости, надежное определение дат перехода температуры через 10°C вверх и вниз затруднительно. Имеется в виду, что разные эксперты визуально, по одному и тому же ряду, могут назвать даты, различающиеся в пределах, как минимум, недели.

Мы, поэтому, прибегли к следующей процедуре: по исходным данным вычислили среднесуточные значения, а по среднесуточным построили аппроксимацию в виде гармонической функции (рис. 2) с параметрами, подобранными наилучшим образом в смысле минимизации суммы квадратов отклонений фактических среднесуточных значений от аппроксимации. В уравнении, приведенном на рисунке, фаза отсчитывается от дня зимнего солнцестояния 22 декабря. По численным значениям аппроксимации легко и однозначно определено, что осенний переход температуры через 10 °С произошел 15 декабря 2010, а весенний — 28 апреля 2011 года. Величины падения и роста температуры на двухнедельных отрезках с центрами в указанных датах оказались одинаковыми и равными 2,1 °С. Промежуток между датами перехода составил 4,5 месяца, а точнее 135 дней.

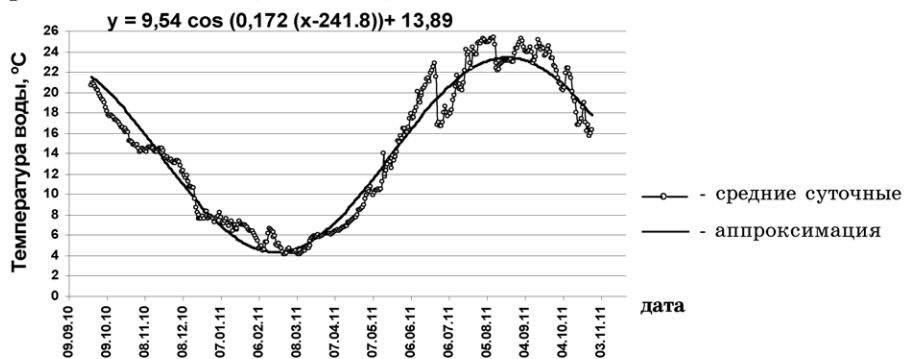


Рис. 2. Аппроксимация годового хода температуры воды по среднесуточным значениям

Рассматривая аппроксимацию годового как, своего рода климатическое обобщение, можно ориентироваться на то, что минимальные среднесуточные температуры имеют величину порядка 4,3-4,4 °С и приходятся примерно на 19 февраля (это 59-й день после суточного минимума притока солнечной радиации в день зимнего солнцестояния), а максимальные среднесуточные температуры, 23,4-23,5 °С, — на 21 августа, (60-й день после максимума притока солнечной радиации в день летнего солнцестояния).

Воспользуемся возможностью оценить величины, на которые в среднем меняется, а в исключительных случаях может измениться температура воды на 8-метровой глубине у острова Змеиный за 3 часа — минимальное время между измерениями. Ока-

залось, что за 13 месяцев наблюдений эта величина в 92 % случаев не превышает ± 1 °C, а в 99 % случаев ± 3 °C. Зафиксированы, однако, 11 случаев понижения температуры за 3 часа более чем на 4 °C, в том числе 2 случая — более чем на 5 °C и максимальная величина снижения почти на 7,0 °C (рис. 3), а также 7 случаев повышения температуры более чем на 4 °C с максимумом 5,4 °C (рис. 4).

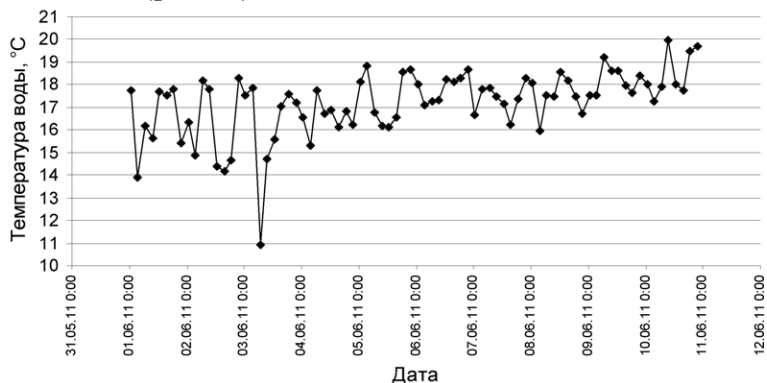


Рис. 3. Самое большое падение температуры за 3 часа -6,96 °C (03.06.11).

Здесь же пример проявления квазиинерционных колебаний: за 9,5 суток 14 циклов со средним периодом 16,3 часа

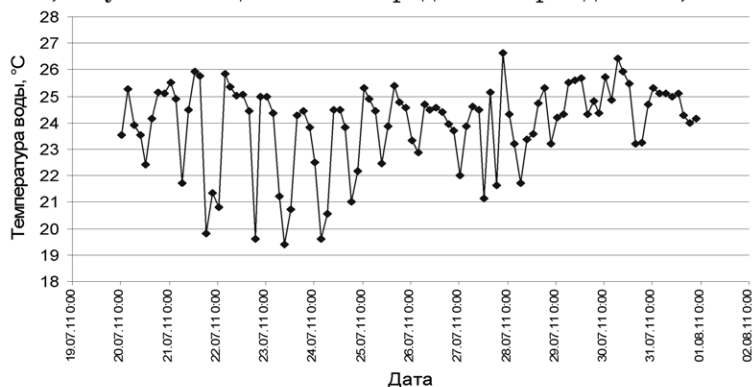


Рис. 4. Три самых больших подъема температуры за 3 часа +5,4 °C (22.07.11) и +5,0 °C (22 и 27.07.11). Здесь же пример проявления инерционных колебаний: за 7 суток, с 20 по 27.07.11, 10 циклов со средним периодом 16,8 часа

Часто встречающейся особенностью изменчивости температуры оказались квазипериодические колебания с периодами от 16 до 18 часов. С учетом того, что теоретический период инерционных движений на широте проведения эксперимента 16,9 часа, естественно предположить, что обнаруженные колебания это проявление инерционных течений. В теории инерционных течений частицы воды совершают круговые, иногда не вполне замкнутые, траектории в горизонтальной плоскости. Поэтому в открытом море они хорошо проявляются в периодической смене направления вектора течений, а в поле температуры плохо. Но в нашем случае динамические процессы проходят не в открытом море, а на имеющем значительную крутизну подводном склоне острова: в среднем, на каждые 10 м расстояния от берега глубина увеличивается на 1 метр. При этом горизонтальный в открытом море термоклин, в тех случаях, когда его глубины хотя бы частично перекрываются с глубинами подводного склона, неизбежно создает вдоль него значительные градиенты температуры. Горизонтальность инерционных движений вблизи наклонного дна нарушается, а наличие градиента температуры вдоль него приводит к тому, что инерционные движения проявляются на термограммах цугами колебаний температуры с инерционным периодом. Амплитуда таких колебаний будет зависеть от интенсивности движений и от величины градиента вдоль склона. Число таких колебаний в цугах оказалось характерным для инерционных колебаний течений, от нескольких до двух десятков.

Примеры зафиксированных нами колебаний температуры с инерционным или близким к нему периодом есть на приведенных выше по другому поводу рис. 3 и 4. Впечатляет величина колебаний: на рис. 3 средний размах 14-ти колебаний $2,7^{\circ}\text{C}$, максимального — $7,4^{\circ}\text{C}$; а на рис. 4 средний размах 10-ти колебаний 4°C , двух максимальных — более 6°C .

Инерционные течения в океанах, морях и озерах распространенное явление. Несмотря на это гипотезы об их происхождении противоречивы. Наиболее распространенная — это резкие анемобарические воздействия на поверхность и всю толщу водоемов [4; 5]. В случаях, представленных на рис. 4 и 5, колебания инерционного периода возникали без всяких резких воздействий на фоне слабых переменных ветров. Такие случаи возникновения инерционных движений на фоне слабой атмосферной активности тоже отмечалась многократно, например, у побережья Крымского полуострова [6].

Гидрометеорологический пост на острове Змеиный действует не круглый год и в 2011 г. температура воды на поверхности измерялась лишь три раза в сутки в 6, 12 и 18 часов. Если за очень приблизительную оценку суточного хода взять разность максимальной и минимальной температур из этих трех значений, то между 22 сентября и 22 октября 2011 года среднесуточное значение этой разности равно $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальное — $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Указанный отрезок года выбран не случайно, а потому, что на относящемся к нему участке термограммы, неожиданно обнаружены колебания температуры значительной амплитуды и точно суточного периода (рис. 5). Неожиданно — это потому, что по нашим представлениям, против проявления суточного хода в ходе нашего эксперимента действовали такие факторы как большая глубина, 8 м, и довольно позднее время года, конец сентября - октябрь. До сих пор мы ставились с тем, что суточный ход температуры проявляется тем чаще и тем яснее, чем меньше глубина и чем выше над горизонтом поднимается в полдень солнце [7; 8].

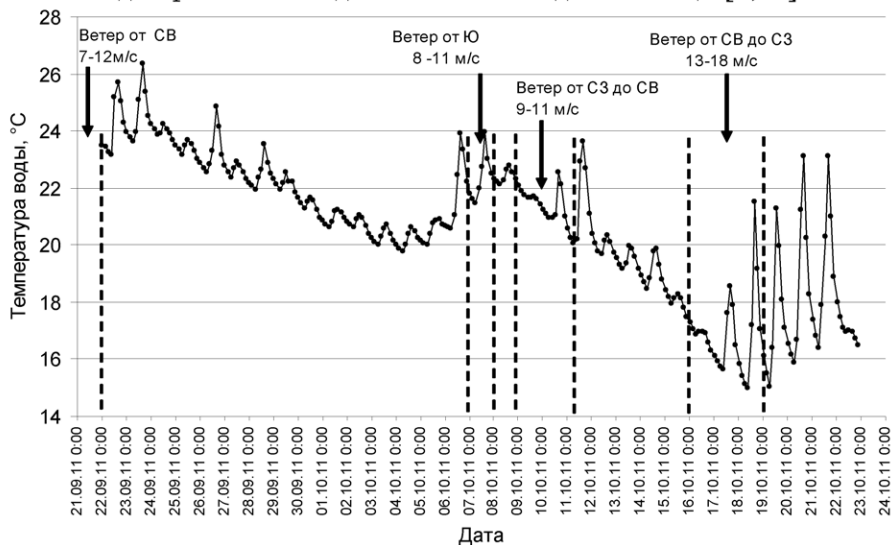


Рис. 5. Колебания температуры воды суточного периода: 30 циклов за 30 суток. Среднее время максимумов 13-ти наиболее заметных циклов 15 час. 20 мин.

Охарактеризуем величину обнаруженных колебаний суточного периода их размахом, под которым подразумевается разность меж-

ду максимальным значением в цикле, которое определяется легко и однозначно, и средним значением между предшествующим и последующим минимумами. Размах большей части колебаний температуры на рис. 5 порядка $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, что тоже не мало в сравнении с $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ на поверхности. Если же взять 13 самых заметных циклов, то их средний размах $3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальный — $7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для сравнения приведем характеристики размаха суточных колебаний на двухметровой глубине в яхт-клубе “Отрада” [7] и на метровой глубине в Дофиновском лимане [8]. На первой акватории на протяжении 1,5 лет в 2008, 2009 гг. выделено всего 60 случаев хорошо выраженного суточного хода. Их средний размах был равным $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальный — $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. На второй акватории за сентябрь-октябрь 2011 г., то есть точно в то же время, что и на острове Змеином, были выделены 45 случаев хорошо выраженного суточного хода. Их средний размах равнялся $2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальный $4,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Мы избегаем называть обсуждаемые колебания у острова Змеиный суточным ходом, несмотря на такие признаки как точно суточный период и максимум около 15 часов, по следующим причинам. Во-первых, суточный ход, если он на данной акватории возможен в принципе, то должен встречаться чаще чем одна серия на 13 месяцев измерений. Во-вторых, глубина 8 м для проникновения тепловых волн с поверхности слишком велика, да и отчетливых тепловых колебаний на поверхности не было. В-третьих, амплитуда тепловых колебаний с глубиной должна уменьшаться, а в нашем случае она увеличивалась. В-четвертых, похоже, что эти колебания не связаны с Солнцем: летом, в июне-июле, когда Солнце поднималось над горизонтом на $62\text{-}67^{\circ}$, их не было, а проявились они осенью, когда высота Солнца над горизонтом значительно уменьшалась и продолжала уменьшаться в диапазоне $43\text{-}32^{\circ}$. В-пятых, довольно отчетливо проявляется пока не выясненная связь этих колебаний с ветром, причем, скорее с его скоростью, чем с направлением (рис. 5).

Встречаются также резкие и не периодические изменения температуры типа “ступенька” (рис. 6), когда за 39 часов монотонного изменения температура понизилась более, чем на $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Этому событию предшествовала резкая смена ветровых условий, а именно: 25 июня умеренные ветры, дувшие в течение четырех дней с юга, сменились сильными, $12\text{-}16\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, ветрами с северо-запада.

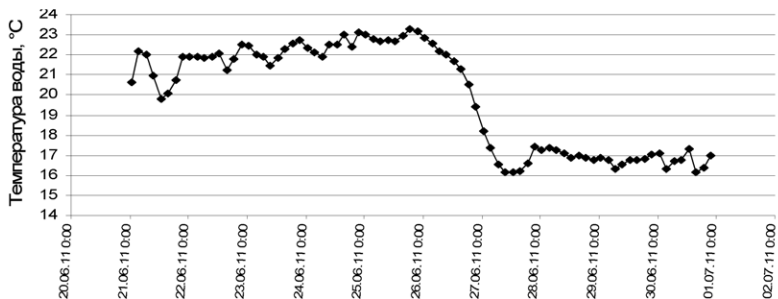


Рис. 6. Падение температуры за 1,5 суток 25-26 июня 2011 г. на 7 °С (4,7 °С в сутки)

Таким образом, причина такого снижения температуры та же, что при обычном сгоне, — подъем термоклина под воздействием сгонных ветров. Однако при типичном сгоне в прибрежной зоне Одессы время восстановления прежнего уровня температуры составляет одни, редко двое-трое, суток [7]. Здесь же температура в первый раз достигла прежнего уровня только на 17-е сутки и всего на один срок, а устойчиво достигла только на 22-е. На протяжении 13 месяцев наблюдений встречались и другие “ступеньки”, как вниз, так и вверх, но, конечно, менее выразительные.

Выводы:

1. Исследования, предпринятые для изучения режима питания хищного моллюска *Rapana venosa* с целью оценки реального ущерба, наносимого им поселениям мидии, показали, что центр его ареала, опоясывающего остров Змеиный, лежит на глубине 8 м. На этой глубине в прибрежной части острова Змеиный температура воды ниже 10 °С, при которой хищник впадает в спячку и не питается, удерживается в течение 4,5 месяцев, с середины декабря до конца апреля.
2. Попутно установлено, что за 13 месяцев наблюдений величина изменения температуры воды за минимальное время между измерениями 3 часа в 92 % случаев не превышает ± 1 °С, а в 99 % случаев ± 3 °С. Однако зафиксированы 11 случаев понижения температуры за 3 часа на 4,1-7,0 °С и 7 случаев повышения температуры на 4,0-5,4 °С.
3. Обнаружено несколько серий из 10-15 регулярных колебаний температуры с периодами 16,3-17,3 часа и размахом от 0,5 до 5 °С, которые можно интерпретировать как проявление инерционных течений на том основании, что инерционный период на широте острова равен 16,9 часа.

4. Зафиксирована серия из 30 колебаний температуры, обладающих основными признаками суточного хода, а именно: период ровно 24 часа и суточный максимум в 15-15,5 часов. Однако суточный прогрев в несколько градусов осенью на глубине 8 м невероятен. Если к этому добавить отсутствие заметных, связанных с Солнцем, тепловых колебаний на поверхности, то от интерпретации этих колебаний как суточного хода надо отказаться.
5. Не проясняет вопроса довольно очевидная связь этих колебаний с усилением ветра, причем независимо от направления. Выяснение механизма их возникновения требует очертить круг гипотез и продумать план эксперимента, который бы этот круг сузил.
6. У острова возможны сгонные понижения температуры по меньшей мере на 7 °С и продолжительностью несколько недель.

Литература

1. Чухчин В. Д. Отношение к абиотическим факторам / Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. — К.: Наукова думка, 1984. — С. 128-136.
2. Куракин А. П., Говорин И. А. Интенсивность потребления мидий рапаной (*Rapana venosa*) в северо-западной части Черного моря // Гидробиологический журнал. — 2011. — Т. 47, № 4. — С. 15-22.
3. <http://www.onetemp.com.au/Data-Loggers/НОВО-U22-001-Water-Temp-Pro-v2,-Water-Temperature-Data-Logger-Underwater.aspx?cl=2&id=43&c=28>
4. http://meteoweb.ru/articles/Bondarenko_Large_Scale_Currents_.pdf
5. Блатов А. С., Булгаков Н. П., Иванов В. А. и др. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 240 с.
6. Иванов В. А., Янковский А. Е. Локальный динамический эксперимент в шельфовой зоне Южного берега Крыма // Океанология. — 1993. — Т. 33, № 1. — С. 49-55.
7. Большаков В. Н. Изменчивость температуры воды у побережья Одессы в масштабах от года до получаса // Український гідрометеорологічний журнал. — 2011. — № 9. — С. 220-227.
8. Большаков В. Н. Особенности температурного режима мелководного водоема (на примере Дофиновского лимана) по сравнению с прибрежной акваторией моря // Український гідрометеорологічний журнал. — 2013. — Вип. 13. — С. 226-233.

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА
ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА
“А” НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ
(по данным спутниковых наблюдений)**

Проведено районирование акватории северо-западного шельфа (СЗШ) Черного моря по однородным гидрофизическим и гидробиологическим характеристикам. Рассмотрены закономерности пространственно-временной изменчивости поля хлорофилла “А”, ее связь с распространением речных вод, с внутри- и межгодовыми термическими и гидродинамическими изменениями параметров морских вод на акватории шельфа.

Введение. Северо-западный шельф Черного моря представляет собой специфический в гидрологическом отношении район. Эта обширная, мелководная акватория (глубины менее 50 м занимают более 75 % площади) имеет значительную по протяженности границу с глубоководной частью и, естественно, интенсивный обмен с водами открытого моря. Три четверти объема речного стока в Черное море приносят реки, впадающие в СЗШ — Дунай, Днепр с Южным Бугом и Днестр. Вклад пресноводной компоненты в формирование гидрологического режима региона, особенно его поверхностного слоя является определяющим. Для вод СЗШ характерны горизонтальные и вертикальные термогалинные неоднородности, а также довольно резкие реакции на термодинамические атмосферные воздействия. Несмотря на относительно небольшой объем вод СЗШ, полное обновление их в реальных условиях может происходить за длительные промежутки времени, так как смена типов атмосферной циркуляции вызывает разнонаправленные процессы в динамике течений.

Заметные климатические изменения значений гидрометеорологических параметров морских вод и атмосферы северо-западной части Черного моря, постоянное наличие антропогенных нагрузок могут приводить к образованию зон со значительными концентрациями загрязняющих веществ, интенсивным цветением водорослей, которые естественная циркуляционная система не успевает “разгружать”. Распределение фитопланктона на поверхности моря служит одним из важнейших индикаторов трофического статуса водных экосистем, а также показателем мезомасш-

табной динамической структуры водоема. В этом аспекте в последние десятилетия широко используются спутниковые данные о концентрации хлорофилла “а” — главного фотосинтезирующего пигмента, содержащегося в каждом виде фитопланктона. Оперативность и регулярность поступления информации о структуре поля хлорофилла “а” (Cl_a) в пространстве и во времени является большим преимуществом спутникового зондирования по сравнению со всегда немногочисленными, трудоемкими и дорогими натурными океанологическими наблюдениями.

Материалы наблюдений. Исходным информационным материалом, использованным в работе, послужили результаты экспедиционных исследований в Черном море, находящиеся в базе данных сектора гидрофизических исследований Украинского научного центра экологии моря (УкрНЦЭМ) за 1955-2005 гг. и архивные данные наблюдений ГМЦ ЧАМ. Для изучения сезонной и межгодовой динамики концентрации Cl_a использовались спутниковые данные уровня 3, оцифрованные и осредненные за неделю. Эти данные, а также температура поверхности моря переписывались с сайта NASA с пространственным разрешением 4x4 км [1].

Результаты и их анализ.

Сезонная изменчивость распространения шельфовых вод

Для понимания физических аспектов районирования акватории рассмотрим процессы, формирующие особенности пространственно-временной структуры поля солёности СЗШ.

Солёность морских вод является естественным и достаточно консервативным индикатором распределения водных масс. Поле поверхностной солёности вод СЗШ Черного моря характеризует распространение трансформированных вод речного стока по акватории шельфовой области, а при совместном анализе с ветровыми условиями дает важную информацию о режиме поверхностных течений.

Внешнюю границу или передний фронт распространения шельфовых вод (ШВ) будем определять по расположению изолинии солёности 17,5 ‰ [2].

Материалы почти двухсот океанографических съёмок СЗШ (1955-2005 гг.) дали хорошую возможность для построения карты среднего положения границ распространения шельфовых вод по гидрологическим сезонам (рис. 1) [3]. При построении вышесказанных границ были использованы данные 126 съёмок:

в зимний сезон (январь-март) — 26; в весенний (апрель-июнь) — 37; в летний (июль-сентябрь) — 41; и в осенний (октябрь-декабрь) — 22 съемки. Расчет производился с использованием условной системы координат, представляющей собой десять галсов, перпендикулярных генеральному направлению западного побережья СЗШ и почти ортогональной к ним секущей оси. Оцифровка положения соответствующей сезонной границы для каждой из съемок на всех галсах выполнялась с точностью до 0,1 части условного шага разбиения (на рис. 1 показана разметка пятого галса), где одно деление равно 4,4 мили.

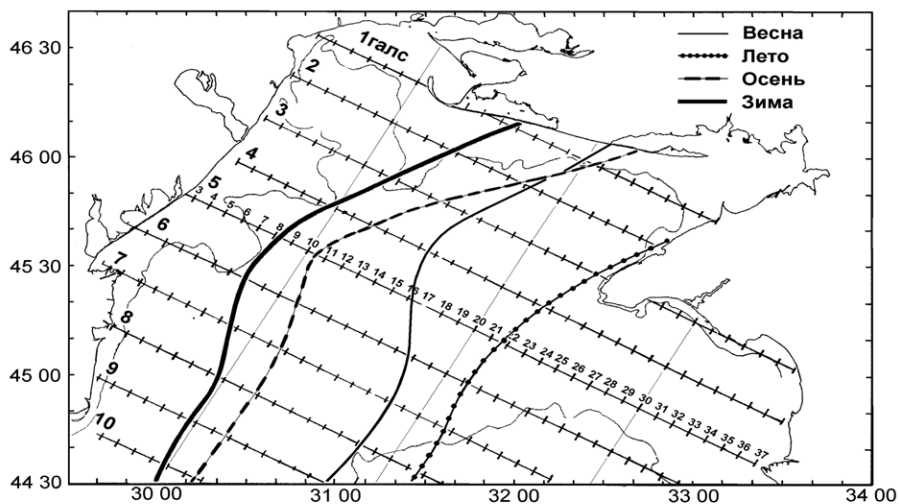


Рис. 1. Положение средних сезонных границ распространения ШВ на СЗШ [3]

Наименьшее поверхностное распространение ШВ имеют в зимний сезон — в среднем 25-40 миль от западного берега СЗШ, наибольшее — в летний, до 80-100 миль.

В весенний и осенний периоды положения осредненных границ ШВ находятся, естественно, в промежуточном состоянии между зимним и летним, но осенняя граница существенно ближе к зимней, повторяя его несколько изогнутую форму, весенняя — имеет относительно равновесное между этими сезонами расположение. Т. е. переход соленосных условий вод поверхностного слоя от зимних к летним несмотря на речной паводок, происходит более равномерно, чем от лета к зиме.

Значительное смещение осенней границы ШВ от летней обусловлено определенными гидрометеорологическими процессами. Прежде всего, это связано с развитием осенью конвективного перемешивания, которое может быстро смешивать распресненные поверхностные воды с более солеными глубинными водами и существенно менять характеристики вод поверхностного слоя. Активизации ветров северных направлений в осенне-зимний период года приводит к усилению дрейфового переноса на юг поверхностных вод. Этот фактор затрудняет распространение речных вод в восточном направлении, а также усиливает глубинный компенсирующий приток на шельф соленых вод из открытых районов моря, смещая к западному берегу зимнюю границу ШВ.

Районирование вод северо-западного шельфа

На рис. 2 показаны акватории СЗШ с относительно однородными свойствами по термогалинным показателям. Для определения границ этих районов использовалась методика объемно-статистического анализа водных масс. За единичные объемы вод принимались прямоугольные фигуры, горизонтальные площади которых определялись исходя из географического расположения океанографических станций, а толщина ячеек соответствовала вертикальной дискретности наблюдений. θ, S -индексы (θ — потенциальная температура, S — соленость) и глубины залегания объемов вод рассчитывались как средние значения на горизонтальных границах единичных объемов. Для выделения границ водных масс дополнительно применялся θ, S -анализ с детальной экспертной визуальной оценкой как формы θ, S -кривых, так и их положения в системе θ, S -координат [2].

Проведенный объемно-статистический θ, S -анализ вод СЗШ позволил выделить семь однородных районов, которые разграничены на рисунке жирными прямыми линиями и пронумерованы крупными цифрами. Подробное описание характеристик шельфовых водных масс приведено в работе [2]. В прибрежных районах западной половины моря находятся три района малотрансформированных речных вод основных речных систем: Дунайской (1), Днестровской (2) и Днепро-Бугской (3). Мористей располагается пограничная зона (заштрихована косыми линиями) наиболее интенсивной трансформации речных вод (5), а в юго-восточном секторе СЗШ преобладают воды открытого моря, расположенные в шельфовой области (6) и в области материкового склона (7).

По температурным и соленостным свойствам воды Каркинитского залива (зона 4) имеет обособленный термогалинный режим, который существенно отличается от режима окружающих вод. Летом они более пресные, в основном за счет поступления вдоль побережья полуострова Тендра вод Днепро-Бугского речного стока, а зимой — наоборот, более соленые из-за активного вдольберегового апвеллинга.

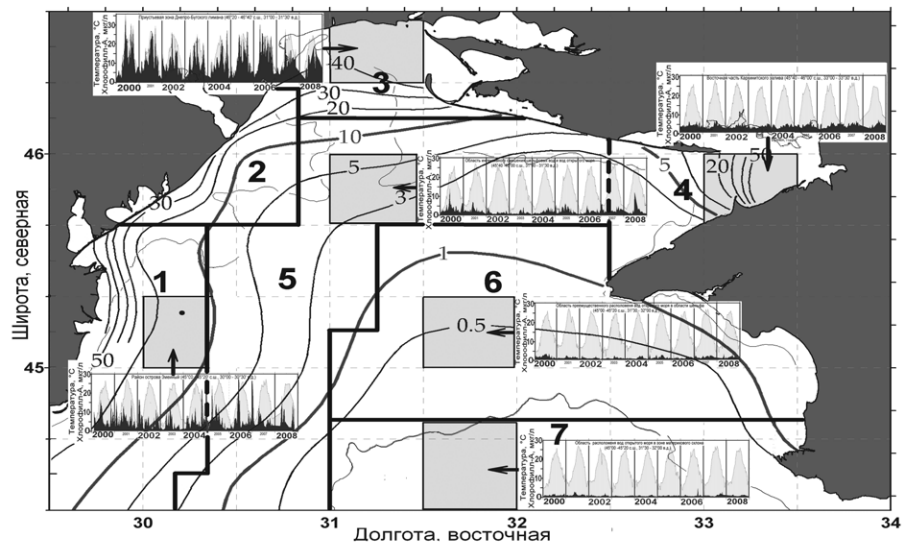


Рис. 2. Совмещенная схема районирования вод СЗШ по термогалинным показателям [2] и распределения дисперсии временных изменений Cl_a (изолинии, %).

На врезках — временные ряды Cl_a (темный фон) и температуры воды (светлый фон) в поверхностном слое СЗШ.

Анализ процессов в СЗШ по площади однородных районов дает много дополнительной информации о пространственно-временной структуре полей хлорофилла, которая при интегральном рассмотрении ускользает от исследователя.

Естественно, это усредненная схема. В отдельные годы, трансформированные воды речного стока могут достигать восточных границ СЗШ, т. е. покрывать практически всю его акваторию, либо сжиматься в узкую зону, расположенную вдоль западного побережья СЗШ. Как правило, первая из вышеперечисленных ситуаций, в подавляющем большинстве случаев, имеет место в теплое полугодие, вторая — в холодное.

Пространственно-временная изменчивость хлорофилла “А” в водах поверхностного слоя СЗШ

Для обеспечения достаточно подробного описание изменчивости поля Cl_a акватория СЗШ была разбита на 53 двадцатиминутных трапеции (приблизительно с 20-мильными сторонами, координаты их центров приведены в табл. 1), для ансамбля которых и производился анализ пространственно-временной изменчивости распределения Cl_a по девятилетней выборке (1998-2007 гг.) рядов спутниковых наблюдений. Для получения более устойчивых в статистическом смысле оценок закономерностей пространственно-временного сезонного распределения и изменчивости хлорофилла в поверхностном слое было выполнено помесечное усреднение данных, которое не повлияло на структуру изменений того временного масштаба.

На врезках рис. 2 показаны временные ряды Cl_a и температуры поверхности моря с недельной дискретностью для характерных участков однородных районов СЗШ. Максимальные значения флуктуаций концентрации Cl_a сосредоточены в зонах аккумуляции вод речного стока и в Каркинитском заливе (районы 1-4). Амплитуды годовых колебаний в них достигают 50 мг/м³. В зоне смешения, район 5, экстремальные значения Cl_a немного более 10 мг/м³. В водах СЗШ, примыкающих к открытому морю, концентрации Cl_a в летние периоды года имеют значения 0,2-0,5 мг/м³, а в холодное полугодие достигают 1,0-2,0 мг/м³. Здесь разногласия с межгодовым ходом Так как абсолютные значения Cl_a по районам СЗШ различаются на порядок и более, то будем анализировать только ряды максимумов относительных значений концентрации хлорофилла для однородных зон.

С амплитудой колебаний физического параметра (в нашем случае это концентрация Cl_a) во времени и в пространстве функционально связана дисперсия этой величин. Дисперсия девятилетних рядов Cl_a с недельной дискретностью вычислялась для каждого квадрата. Оценивая дисперсию, получаем энергетическую характеристику колебаний концентрации Cl_a . Энергетика временных колебаний хлорофилла тесно связана с распространением богатых питательными веществами речных вод по акватории шельфа. Для этого достаточно сравнить на рис. 2 границы однородных районов и распределение дисперсии изменчивости хлорофилла “А”.

Таблица 1.
 Месяцы, в которых наблюдались максимумы концентраций Cl_a по 53-м трапезиям СЭШ

Трапезия (центр)	Год											
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
Ширина												
Долгота												
46 30	5	4	6	4, 7	5, 8	3, 5, 8	6	5	5	-		
46 30	5-6	4	6	8	6, 8	6-7	8	5	4-5	6		
46 30	6-7	6	4-5	4-5, 7-8	6, 8	5	4, 6	5, 8	5, 8	5, 8		
46 10	5-6	5	6	5	2, 5	5	3, 5, 7-8	6, 8	4, 6, 8	6, 8		
46 10	4-6	4	6	5, 8	1-2	8	-	5-6	5-6	5		
46 10	5-6, 8	4-5	6	6, 8	1-2, 6	8	8	5	6	1		
46 10	8	2-5, 8	6	6, 8	1-2, 6	6	2, 6-9	5, 8	6, 8	1		
46 10	8	4, 8	5-6	6, 8	1	5-6, 8	1, 8	5, 8	6, 8	1, 7		
46 10	7-9	1, 7	5-8-10	6-8-10	6	6	8-9	5, 8	3, 6, 8	1, 7		
46 10	6-8	6	7-8	6, 8	1, 6	8, 10	8-9	7-8	6, 8	7-8		
45 50	6	6, 8	6	5, 7-8	1, 5	6	5-7	6	6	4		
45 50	5-6	4-6, 8	2, 6	5-6	2, 5-6	6	5	1, 5-6-7	6	4		
45 50	6-7	4-5	2, 6	4-6	1-2	6	5	1, 6	5-6	5		
45 50	7	4-6	6	6	2	7-8	-	1, 5-6-8	6	1, 5		
45 50	31 45	7	1, 5, 8	5, 6, 7	6	7-8	2, 7-9	6-8	6	1, 6-7		
45 50	32 15	7-8	3, 8	2, 5-6-7	6	-	1	1, 3	-	1, 7-8		
45 50	32 45	7-8	6, 8	6	6, 8	1	2	1, 3, 5	-	1, 7		
45 50	33 15	2, 8	1, 5-8-11	6	7-8	1, 6-7	2	1	6	1-2, 7		
45 50	33 45	6, 8	1, 7	8-9	5, 7-8	6, 8	6	1, 7	4, 6-8	7		
45 30	29 45	6-7	1, 6	6	7	4, 6	7	1, 6-7	6	4		
45 30	30 15	3, 6-7	4-5	5-6	5-6	6	5, 7	1, 4, 6-7	6	1, 4-5		
45 30	30 45	3, 7	4-5	5-6	6	6	5	1, 4, 6	4-6	1, 5		
45 30	31 15	7	4-5	2, 5-6	6	7	8-10	6-8	4	1, 5		
45 30	31 45	7-11	5-6	2, 6-7	6	7	8-10	1, 7-8	3	1, 5, 7		
45 30	32 15	4, 7-8	-	1, 4, 6-7	6	4, 7	9-10	1	-	1, 7, 8		
45 30	32 45	7-8-12	-	6	6	-	-	1, 8	1	1, 7		

Продолжение таблицы 1.

Траншея		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Широта	Долгота										
45 10	29 45	6-7-8	6	6	6-7	5	6	7	6-7	6	4-7
45 10	30 15	3,6	4	5-6	2,6	2,5	6	3,5,7	1,4,6	6	1,4,5
45 10	30 45	4	4	5-6	1-2,6	2	6	5	1,4,6	4-6	1,5
45 10	31 15	3-4	4-5-6	2,6-7	1,6	2	7	5	1,5,8	4,6	1-2,5
45 10	31 45	4,8-11	5-6	6-7	6	2	7-8	8	1,5,8	3-4	2,8
45 10	32 15	4,7-8-9	6	6-7-8	6	2	3-4,7	8-10	1,8	3-4	1-2,7-8
45 10	32 45	1,4,7	6	4,6-7	5-6	2	-	-	3	3-4	1,7
45 10	33 15	1,4	1	2,4,8	3,5-6	-	4	2	3	3	1-2
45 10	33 45	1	2	2	1	-	4	2	3	3	1-2
44 50	29 45	1,3,6-7	5,7,9	5-6	6-7	1,5-6	4,6	3,5-6	6-7	5-6-7	1,4
44 50	30 15	1,3,6	4	2,5-6	1,5-6	1-2,5	6	3	1,4,6	6	1,5
44 50	30 45	1,3,7	4	1	1,6	2	6-7	3	6	6	1,5
44 50	31 15	4,7	4-5-6	2,4,7	1,6	2-3	3,7	3	1,6,8	4,6	1-2,8
44 50	31 45	4,8-9	5-6	6-7	5-6	1-2,9	3,8	8-10	4,9	3,6	2,8
44 50	32 15	4,8-9	6	6	5-6	2	3	2,8-10	4,8	3,9	1,7-8
44 50	32 45	1,4,8-9-11	6	6-7	5-6	2,9	3	2-3	4,8	3	1,7
44 50	33 15	4,10-11	6	4,6	5-6	2	3-5	2	3-4	3	1,7
44 50	33 45	2,4	2	2,4	5-6	2	4	2	3-4	3	1
44 30	29 45	1,6	4-5	6	1,6	1,5	6	3,5	1,6	6	1,4
44 30	30 15	1,3	4	2,6	1,6	1-2	6	3	1	6	1
44 30	30 45	1,3,7	3-4-5	2,6	6	1-2	6-7	3	6	-	1
44 30	31 15	7	4	6-7	5-6	2	-	3	7	3	1,8
44 30	31 45	1,4	6	6	5-6	2	3	1-3	4,6	3	1,3,8
44 30	32 15	1,4	6	2,4,6	1,5-6	2	1,3	2-3	4	1,3	1,8
44 30	32 45	1,4	6	2,4,6	5-6	2	3	2	4	1,3	1,8
44 30	33 15	1,4	3	2,4,6	5-6	2	2-4	2-3	4	3	1
44 30	33 45	4-5	3,6	2	1,5	2,8	2	3	4	3	1,3

Максимальная дисперсия колебаний имеет место в приустьевых районах Днепра и Дуная, а также в угловой части Каркинитского залива, т. е. в районах аккумуляции речных вод. Дисперсия постепенно уменьшается почти до нулевых значений в юго-восточном секторе СЗШ, где располагаются воды открытого моря.

Изолинию дисперсии в 30 ед. (мг/м^3)² (рис. 2) можно использовать для выделения отдельными областями наиболее эвтрофированных вод трех речных систем СЗШ. Линия в 10 ед. дисперсии довольно хорошо ограничивает районы малотрансформированных речных вод основных речных систем и зону интенсивной трансформации речных вод, а изолиния в 1 единицу является разделом между ней и районами 6 и 7 открытой к морю части СЗШ (рис. 2). Таким образом, пространственные дисперсионные характеристики спутниковых наблюдений над Cl_a позволяют достаточно надежно выделить усредненные границы между водными массами по стадиям их трансформации на СЗШ.

Межгодовые изменения концентрации хлорофилла в водах открытого шельфа характеризуются относительно высоким уровнем концентрации Cl_a , отмеченный в 1998-2001 гг. (2-5 мг/м^3), который, существенно снизился в последующие шесть лет — до 0,5-2 мг/м^3 . Следует отметить, что районы повышенной концентрации Cl_a напрямую не связаны с температурой поверхности вод, но, как показано выше, — достаточно хорошо коррелируют с зонами трансформированного в различной степени речного стока. В свою очередь распространение речных вод по акватории СЗШ в значительной мере определяется ветровым режимом. Данные наблюдений над ветром в ГМЦ ЧАМ четко указывают на уменьшение скорости ветра в климатическом масштабе времени — за последние 30 лет средний модуль скорости ветра уменьшился почти на 30 % (с 1,25 до 0,85 м/с — в летний сезон и с 2,2 до 1,5 м/с — в зимний). В летние сезоны также несколько увеличилась северная составляющая ветра при одновременном уменьшении западной, что, конечно, не способствовало распространению речных вод в открытое море.

Наблюдения над соленостью вод на о. Змеиный показали, что за декаду 1980-х соленость менее 4 ‰ отмечалась 23 раза, в последующее десятилетие — только 4 раза, т.е. ветры западных составляющих значительно уменьшили свое воздействие на поверхностные водные массы СЗШ [4].

Внутригодовая изменчивость Cl_a в водах, прилегающих к речным устьям, существенно отличается от остальных районов шельфа: здесь максимумы концентрации Cl_a четко сосредоточены в весенний сезон (60-70%), в то время как в центральных (район 5) и в юго-восточных областях СЗШ высокий уровень Cl_a “размыт” по зимним (30-55 %), весенним (около 40 %) и летним (8-25 %) сезонам (табл. 2). В осенние месяцы цветение фитопланктона практически не наблюдалось.

Таблица 2.

Сезонное распределение количества случаев пиковых значений концентраций Cl_a по однородным районам СЗШ

Год	1 район				2 район				3 район			
	З	В	Л	О	З	В	Л	О	З	В	Л	О
1998	9	7	5	0	0	8	1	0	0	4	1	0
1999	1	9	2	0	0	8	2	0	0	2	0	0
2000	2	12	0	0	2	5	0	0	0	3	0	0
2001	3	10	3	0	3	7	3	0	0	3	4	0
2002	9	8	0	0	7	4	0	0	0	3	3	0
2003	0	10	0	0	0	4	1	0	1	3	2	0
2004	5	5	4	0	1	5	1	0	0	3	1	0
2005	6	11	3	0	2	7	2	0	0	3	1	0
2006	1	8	1	0	0	8	1	0	0	4	1	0
2007	6	9	1	0	0	5	1	0	0	1	1	0
∑ за сезон	42	89	19	0	15	61	12	0	1	29	14	0
%	28	59,3	12,7	0	17	69,3	13,6	0	2,2	65,9	31,8	0

Продолжение таблицы 2.

Год	4 район				5 район				6 район				7 район			
	З	В	Л	О	З	В	Л	О	З	В	Л	О	З	В	Л	О
1998	1	2	7	0	6	4	11	0	5	9	13	6	4	6	1	0
1999	4	3	7	2	5	10	3	0	3	12	0	0	2	5	0	0
2000	0	4	7	1	5	17	3	0	4	12	8	0	4	8	1	0
2001	0	4	9	1	4	11	4	0	3	16	0	0	2	7	0	0
2002	3	4	2	0	17	2	0	0	12	1	2	0	6	0	1	0
2003	2	2	3	1	0	8	9	0	6	7	5	0	6	1	0	0
2004	2	1	4	0	6	4	10	1	9	1	7	3	13	0	0	0
2005	4	2	4	0	6	14	10	0	10	9	6	0	0	6	1	0
2006	1	5	4	0	1	15	3	0	5	12	0	1	8	0	0	0
2007	4	0	6	0	12	7	5	0	15	0	10	0	8	0	4	0
∑ за сезон	21	27	53	5	62	92	58	1	72	79	51	10	53	33	8	0
%	20	26	50	4	29	43	27	0,5	34	37	24	4,7	56	35	8,5	0

Акватория Каркинитского залива в летний период года заполняется Днепро-Бугскими водами, поэтому и цветение вод здесь

несколько сдвинуто во времени по отношению к району устья этого лимана. Существенным отличием биологических ритмов в Каркинитском заливе является относительно частое появление зимних (20 %), преимущественно январских “вспышек” Cl_a в его мористой широкой части, что обусловлено апвеллинговыми явлениями и, соответственно, подъемом питательных веществ из глубинных слоев.

Юго-восточный сектор СЗШ, определенный ранее как область с преобладанием вод открытого моря (6 и 7 районы) характеризуется наличием зимних и весенних пиков Cl_a . Летних заметно меньше, практически отсутствуют осенние.

В открытых водах СЗШ преобладание цветения в весенний сезон 1998-2001 годов сместилось на зимний сезон 2002-2007 гг. (табл. 2). Это в определенной мере можно объяснить тем, что вклад различных видов в структуру фитопланктонного сообщества в открытых водах СЗШ изменился (рис. 3). Доля *Bacillariophyta* увеличилась более чем в два раза. Но наиболее значительный рост числа видов наблюдалось у *Chlorophyta* and *Cyanobacteria* (с 2 до 7 % и от 1 до 4 %, соответственно). Увеличение видового разнообразия происходило и за счет представителей пресноводных и солоноватоводных комплексов, среди которых много зеленых и сине-зеленых водорослей. Климатическое увеличение температуры морских вод СЗШ также способствовало изменению видового состава фитопланктона, имеющего соответствующие температурные границы оптимального развития [5].

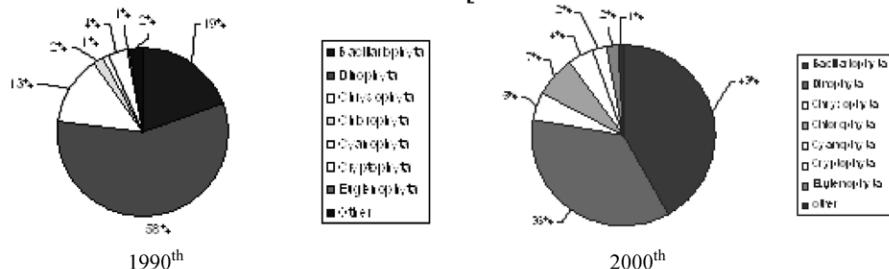


Рис. 3. Видовой состав фитопланктона 1990-х и 2000-х декад [5]

Статистические количественные оценки, описывающие зависимости между площадями с вспышками концентраций Cl_a (табл. 3), среднемесячной поверхностной температурой воздуха (табл. 4) и объемами речных стоков (табл. 5) показаны в виде объемных диаграмм (рис. 5). Табл. 3-5 представлены в графическом виде

(рис. 4а), а на рис. 4б даны аналогичные зависимости, но со сдвижкой расходов рек на один месяц назад. Концентрация пиков и изолиний площадного распространения экстремальных концентраций Cl_a лучше согласуется с предшествующим расходом рек, что свидетельствует о существенной инерционности процессов распространения речных вод по акватории СЗШ.

Таблица 3.

Помесячное распределение количества трапеций СЗШ, в которых наблюдались “вспышки” Cl_a в период с 1998 по 2007 гг.

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1998	16	02	10	20	06	17	23	19	09	05	05	01
1999	07	03	05	22	19	22	05	08	02	00	00	00
2000	02	17	00	10	12	44	14	05	02	01	00	00
2001	10	02	01	02	22	42	09	12	01	01	00	00
2002	20	38	02	00	10	11	01	05	02	00	00	00
2003	03	02	10	08	05	20	12	11	00	01	00	00
2004	03	14	15	01	11	05	08	14	10	07	00	00
2005	22	00	07	15	13	21	10	17	01	00	00	00
2006	03	00	17	12	07	28	01	07	01	00	00	00
2007	40	08	02	08	13	03	17	15	00	00	00	00

Таблица 4.

Среднемесячная температура воздуха по данным МС Одесса-порт. 1998-2007 гг.

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1998	1,5	2,5	3,6	11,9	15,8	22,0	23,0	22,1	17,7	12,8	3,4	-2,0
1999	0,4	2,4	5,2	11,4	14,6	23,4	25,7	22,9	19,0	12,3	5,0	4,3
2000	-1,9	2,0	4,9	11,8	17,1	19,8	21,9	23,1	16,4	11,8	9,1	4,5
2001	2,1	1,6	5,5	10,4	15,2	18,6	26,6	24,7	18,1	13,3	6,1	-2,5
2002	-0,8	4,8	7,1	10,0	17,6	20,8	25,8	23,1	18,6	12,2	8,2	-3,9
2003	-1,5	-4,6	1,2	7,8	18,6	20,6	21,7	22,9	16,5	11,4	7,0	3,0
2004	-0,4	0,6	5,4	10,1	14,9	19,2	22,1	22,3	17,7	13,3	9,2	4,5
2005	3,3	-1,6	2,7	10,0	17,3	19,1	23,2	23,4	19,7	12,6	6,4	3,5
2006	-4,5	-2,8	3,2	10,4	15,8	20,8	23,0	23,8	17,9	13,3	7,3	5,1
2007	5,6	1,5	6,2	10,2	18,5	23,1	25,0	24,7	18,2	13,3	6,2	2,1

Максимальные площади весенне-летних концентраций Cl_a в основном сосредоточены в области высоки паводков с суммарными предшествующими расходами рек более 11000 м³/с и при температуре окружающего воздуха 15...21 °С (рис. 4б). Два слу-

чая экстремального летнего распространения вспышек (> 40 трапедий) были отмечены в июне 2000 и 2001 гг. при несколько пониженных для данного месяца средних температурах воздуха (соответственно — $19,8$ и $18,6$ °C).

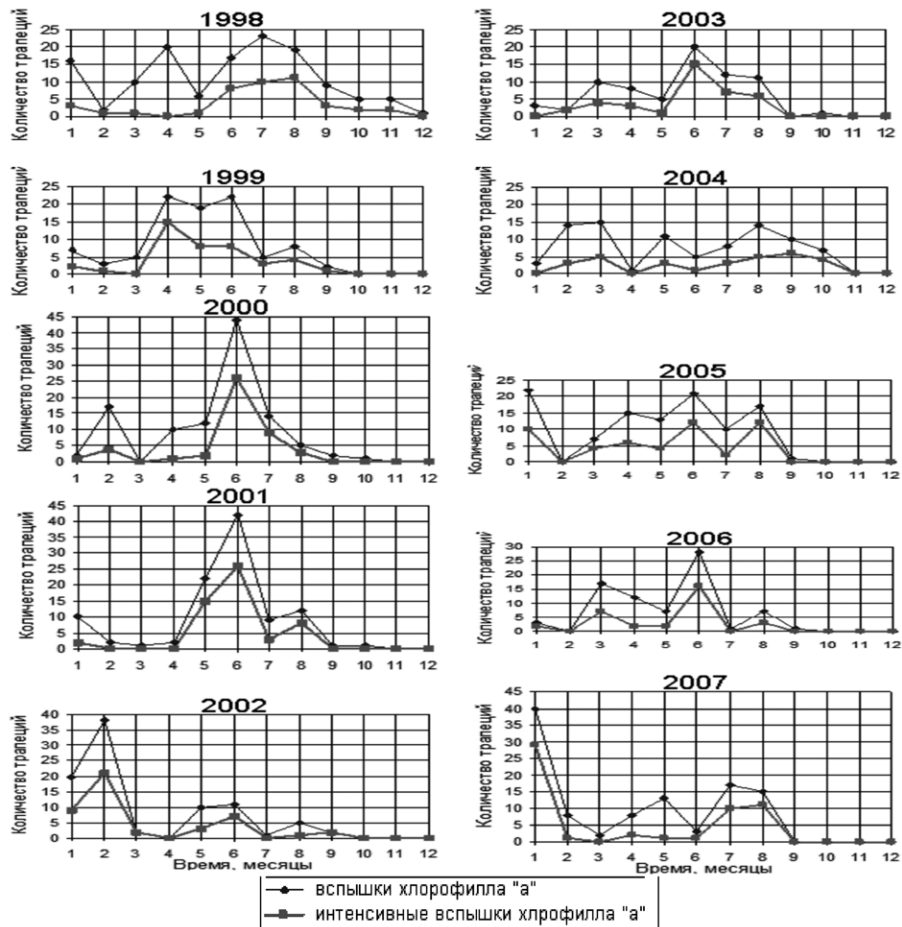


Рис. 4. Внутригодовые изменения количества пространственных трапедий СЗШ, в которых наблюдались экстремумы концентрации Cl_a различной интенсивности за период с 1998 по 2007 гг.

В табл. 1, 3 и на рис. 4 представлены интегральные данные о моментах времени (из-за периода осреднения — только номер

месяца), в которых наблюдались экстремумы (максимумы) Cl_a для каждой трапеции СЗШ. Годовые максимумы выделены жирными цифрами (табл. 1), если в трапеции происходило несколько цветений фитопланктона, то все они обозначены соответствующими номерами месяцев. При месячном усреднении данных отмечалось до пяти случаев высокой концентрации Cl_a в году. Рис. 4 и табл. 3 дают графическую и количественную информацию о внутригодовом распределении общей площади СЗШ, на которой наблюдались локальные максимумы концентрации Cl_a .

Таблица 5.

Среднемесячные расходы рек СЗЧМ. 1998-2007 гг.

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1998	9136	8158	8170	10046	11373	9466	9374	6368	6372	10280	13610	11136
1999	9302	9557	16266	16435	16869	12833	10659	7893	6601	5958	6289	9049
2000	10177	10006	11487	14590	13038	7547	5251	5710	4626	6111	6243	7071
2001	7324	7782	9169	12241	11480	8666	9213	6299	6973	7809	5872	6945
2002	7267	9220	9739	9710	8281	7320	4767	7150	6733	8587	10725	9993
2003	9964	9253	9185	9134	7030	5465	3798	3637	3488	5045	6661	5502
2004	6113	8441	9486	13938	12968	8884	6877	6494	5206	6074	7756	8525
2005	7727	6959	11296	15208	15470	12588	11171	10442	10498	8744	6038	8618
2006	10314	8175	13443	16817	16138	14739	10429	6859	7187	6452	5892	8256
2007	6407	8341	10382	8853	6368	6217	4969	4217	5762	6239	8672	10378

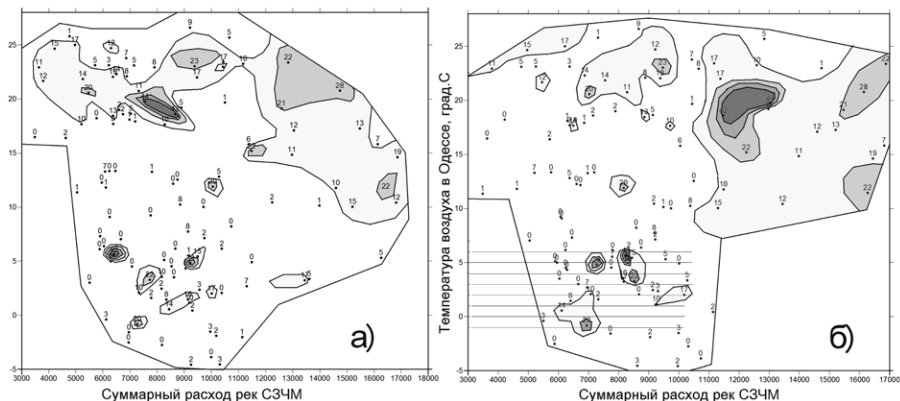


Рис. 5. Диаграмма зависимости площадного распределения “вспышек” Cl_a : а) с синхронным по времени расходом рек; б) с предшествующим (сдвигка — один месяц) расходом рек

Зимние максимумы площадного распространения вспышек фитопланктона происходили при средних месячных суммарных

расходах рек 7000-9000 м³/с и при температуре воздуха в интервале 4...6 °С. Два случая экстремального распространения зимних “вспышек” хлорофилла (на уровне летних) произошли в феврале 2002 и январе 2007 гг. при экстремально теплых средних для этих месяцев условиях в приводной атмосфере (соответственно +4.8 и +5.6 °С).

Выводы

1. Проведенный объемно-статистический θ, S -анализ вод СЗШ позволил выделить семь однородных районов по термогалиновым показателям.
2. Пространственные дисперсионные характеристики спутниковых наблюдений над Cl_a позволяют достаточно надежно выделить усредненные границы между водными массами по стадиям их трансформации на СЗШ.
3. Внутригодовая изменчивость Cl_a в водах, прилегающих к речным устьям, существенно отличается от остальных районов шельфа: здесь максимумы концентрации Cl_a четко сосредоточены в весенний сезон (60-70 %), в то время как в центральных и юго-восточных областях СЗШ высокий уровень Cl_a “размыт” по зимним (30-55 %), весенним (около 40 %) и летним (8-25 %) сезонам. В осенние месяцы цветение фитопланктона практически не наблюдалось.
4. Максимальные площади весенне-летних концентраций Cl_a в основном сосредоточены в области высоких паводков с суммарными предшествующими расходами рек более 11000 м³/с и при температуре окружающего воздуха 15...21 °С. Зимние максимумы площадного распространения “вспышек” фитопланктона происходили при средних месячных суммарных расходах рек 7000-9000 м³/с и при температуре воздуха в интервале 4...6 °С.
5. Концентрация пиков и изолиний площадного распространения экстремальных концентраций Cl_a лучше согласуется с предшествующим расходом рек (сдвинутым на один месяц назад), что свидетельствует о существенной инерционности процессов распространения речных вод по акватории СЗШ.

Литература

1. <http://reason.gsfc.nasa.gov/Giovanni/>
2. Украинский В. В. Районирование вод северо-западного шельфа Черного моря по комплексу параметров за период 1990-2005 гг. / Попов Ю. И., Мацокин Л. В. // Фундаменталь-

ные исследования важнейших проблем естественных наук на основе интеграционных процессов в образовании и науке. Междунар. конф. — Севастополь: 19-24 августа 2006 г.

3. Оценка, диагноз и прогноз состояния экосистемы Азовского и Черного морей. Отчет УкрНЦЭМ по научно-исслед. работе. — Раздел “Оценка климатической изменчивости температуры и солености воды Северо-западного шельфа Черного моря”. — 2007.
4. Popov Yu. I. Changes of Thermohalinity Characteristics in the North-West Black Sea Shelf During the Last 50 Years / Popov Yu., Ukrayinskyu V., Matygin A. // Regional Aspect of Climate-Terrestrial-Hydrologic Interactions in Non-boreal Eastern Europe / Springer, 2009. — P. 255-262.
5. Матыгин А. С. Изменчивость климатических характеристик морских вод в северо-западной части Черного моря / Матыгин А. С., Сытов В. Н., Попов Ю. И., Ковалишина С. П. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Сб. научн. тр. — Вып. 27. — Севастополь: НАН Украины, МГИ, ИГН, ОФИНБЮМ, 2013.

*Г. Г. Золотарьов,
М. Г. Золотарьов*

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛОФОРНОГО ПОЛЯ ЗЕРНОВА

Геоєкологічні дослідження Філофорного поля Зернова (північно-західній шельф Чорного моря) були проведені в період з 30 травня по 7 червня 2012 року на судні “Нефтегаз-68”.

Розташування станцій в районі досліджень наведено на рис. 1.

Геологічні дослідження показали, що морське дно в районі Філофорного поля покрите біогенними карбонатними відкладами, які представлені черепашником мулистим, рідко піщанистим. Відкладі мулу рідко зустрічаються на півдні району і в палеодельті Дніпра — на півночі. Кварцові та детритові піски зустрічаються на височинах рельєфу дна. Найбільший вміст пеліту в пробах донних відкладів виявлений на півдні (ст. 48), півночі (ст. 1) і в південно-східній частині району досліджень (ст. 43), з максимумом (78 %), для всього району досліджень, на станції 48.

Максимальний вміст алевриту, який складає 14,5 % зафіксовано на півночі району в зниженні рельєфу дна (Одеська улоговина, ст. 12). Піски в донних відкладеннях дослідженого району в основному є детритовими, з максимумом (24 %) на станції 6 і менше на півдні (ст. 50). Кварцовий пісок в пробах донних відкладів виявлений тільки на станції 16 в західному районі (Дністровське підняття), причому його вміст тут максимальний (66 %) для всього полігону. Псефіти (біогенні карбонатні відклади) поширені по всьому району Філофорного поля. Їх вміст, в основному, знаходиться в діапазоні від 70 до 99 %. Мінімальний вміст псефітів (3,2 %) знаходиться на станції 48, донні відклади якої представлені переважно мулом.

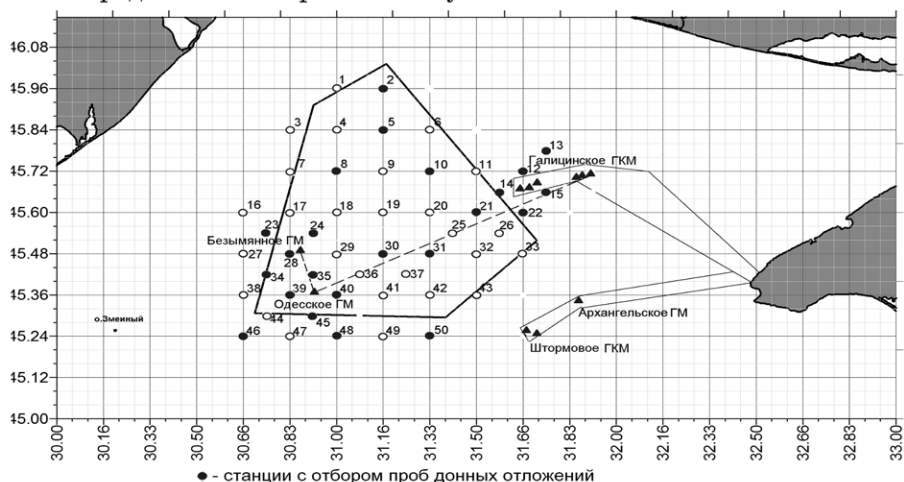


Рис. 1. Схема розташування станцій в районі Філофорного поля Зернова (2012 р.)

Під час проведення геоecологічних досліджень явища сучасної реседиментації не виявлено. На підставі цього можна зробити висновок, що екологічна обстановка в районі задовільна і антропогенний вплив на середовище мінімально.

Літологічна характеристика донних відкладень Філофорного поля

Вся територія, що вивчається, покрита біогенними карбонатними відкладеннями, які представлені черепашником мулистим, рідко піщанистим (рис. 2). Відкладення мулу зустрічаються на півдні району і в палеodelьті Дніпра — на півночі. Кварцові та

детритові піски зустрічаються на височинах рельєфу дна. Нижче показано розподіл (у відсотках) фракцій пеліту, алевриту, піску і псефітів в межах Філофорного поля у кожній пробі (ізолінії зі значеннями нуль, це відсутність спостережень).

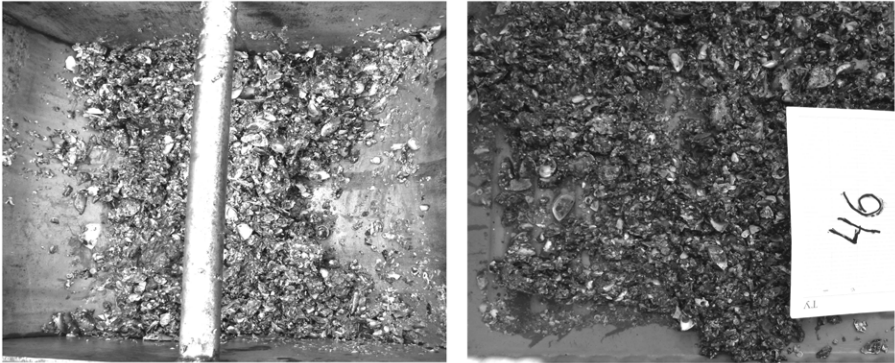


Рис. 2. Типові біогенні відкладення

Найбільший вміст пеліту в пробах відмічений на півдні (ст. 48), півночі (ст. 1) і в південно-східній частині району досліджень (ст. 43), з максимумом (78 %), для всього району досліджень, на станції 48 (рис. 3).

Найбільший вміст алевриту в пробах відзначається на півночі і сході району досліджень (рис. 4). Причому максимальні значення (14,5 %) присутні на півночі району в зниженні рельєфу дна (Одеська улоговина, ст. 1).

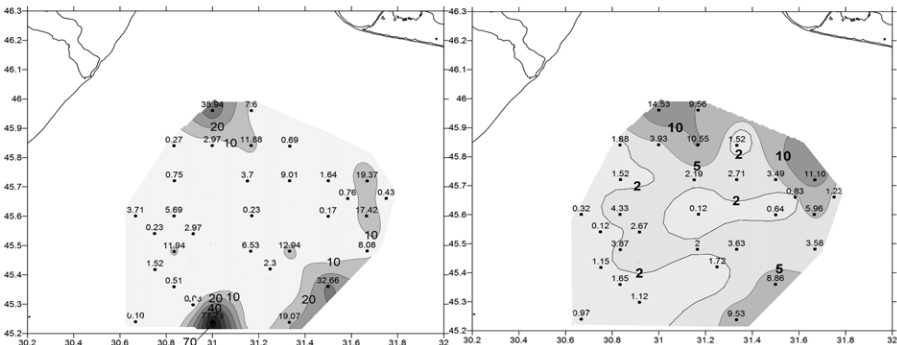


Рис. 3. Розподіл фракцій пеліту (%) в пробах донних відкладень

Рис. 4. Розподіл фракцій алевриту (%) в пробах донних відкладень

Піски в донних відкладеннях дослідженого району (рис. 5) в основному є детритивними, з максимумом (24 %) на станції 6 і менше на півдні (ст. 50). Кварцовий пісок в пробах донних відкладень виявлений тільки на станції 16 в західному районі (Дністровське підняття), причому його вміст тут максимальний (66 %) для всього полігону.

Ракушняк (псефіти), біогенні (карбонатні) відкладення поширені по всьому району Філофорного поля (рис. 6). Їх вміст, в основному, знаходиться в діапазоні від 70 до 99 %. Мінімальний вміст псефітів (3,2 %) знаходиться на станції 48, донні відкладення якої представлені переважно мулом. На двох станціях (16 і 43) вміст псефітів також понижений у порівнянні з іншими районами і складає 29 і 51 %, відповідно.

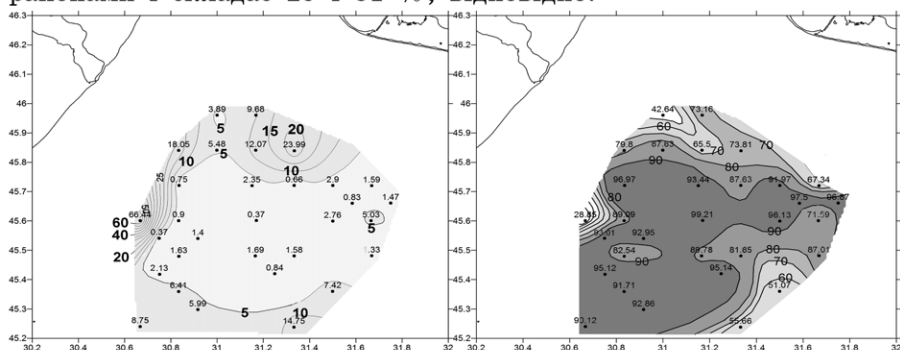


Рис. 5. Розподіл фракцій піску (%)

Рис. 6. Розподіл фракцій псефіту (%)

в пробах донних відкладень

в пробах донних відкладень

Нижче показано розподіл медіанного діаметру (Мд) і коефіцієнту сортування (So) в кожній точці відбору проб на Філофорному полі. (Ізолінії зі значеннями нуль, це відсутність спостережень). Медіанний діаметр змінюється в широких межах від 0,01 для мула до > 6 для черепашнику (рис. 7). Коефіцієнт сортування (So) змінюється в широких межах від 1 до > 6. За величиною Мд визначають гранулометричний тип осаду: Мд > 0,1мм — піщані опади, Мд > 0,1-0,01мм — алевритові опади, Мд < 0,01мм — пелітові (глинисті). За величиною So виділяють для пісків і алевритів: So < 2 — добре сортовані, So = 2-3,5 — середньо сортовані, So > 3,5 — погано сортовані. Для мулів: So < 3,0 — добре сортовані, So = 3-5 — середньо сортовані, So > 5 — погано сортовані.

Коефіцієнт сортування (рис. 8) змінюється в широких межах від 1 (хороше сортування) до > 5-6 (погане).

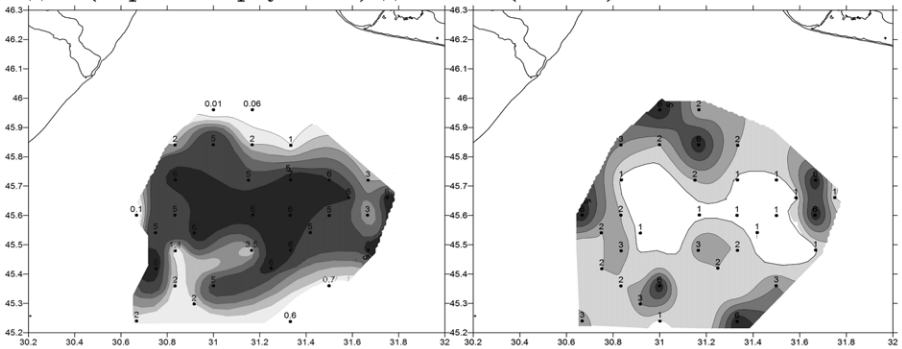


Рис. 7. Розподіл медіанного діаметру (Мд)

Рис. 8. Розподіл коефіцієнту сортування (So)

Великі коливання значень медіанного діаметру і коефіцієнту сортування донних відкладень району досліджень обумовлено наявністю значного вмісту біогенного матеріалу (черепашки мідій, тощо), що значно ускладнює проведення гранулометричного аналізу проб і їх інтерпретацію.

Під час проведення геоecологічних досліджень явища сучасної реседиментації не виявлено. На підставі цього можна зробити висновок, що екологічна обстановка в районі задовільна і антропогенний вплив на середовище мінімально.

*С. П. Ковалишина,
Е. Ф. Барган,
А. В. Бородавкіна*

К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ТРОФНОСТИ ВОД В РАЙОНЕ ФИЛЛОФОРНОГО ПОЛЯ ЗЕРНОВА (май-июнь, 2012 г.)

Уровень трофности вод северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) в основном формируется под влиянием биогенного загрязнения речного стока. Оценки вклада различных источников биогенного загрязнения вод Одесского региона представлены в ряде работ [1; 2]. В 1970-х годах прошлого столетия наблюдалось стремительное развитие процесса эвтрофикации вод северо-западного шельфа Черного моря [3; 4]. В современных условиях, на фоне уменьшения концентраций общего фосфора и значительного

роста органической формы азота, отмечается стабилизация процессов эвтрофикации и слабая тенденция к их уменьшению [5].

Основной целью данного сообщения является оценка трофности вод ФПЗ по интегральному показателю E-TRIX в районе филофорного поля Зернова (ФПЗ).

Материал и методы. Материал собран в мае-июне 2012 года в рейсе на исследовательском судне “Нефтегаз-68” на 50-ти станциях в районе ФПЗ (рис. 1).

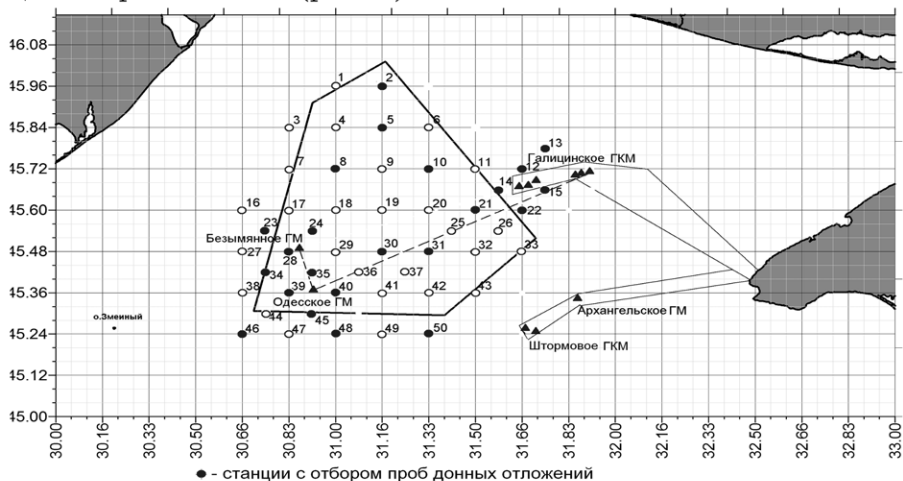


Рис. 1. Карта-схема отбора проб в районе ФПЗ (май-июнь, 2012 г.).

Определение хлорофилла *a* проводилось по методике [6]. В основе метода — фотометрирование экстракта пигментов до и после его подкисления раствором соляной кислоты. Так же были использованы суточные данные спутника “Modis”.

Для оценки уровня трофности вод использовался индекс E-TRIX [7], который является интегральным показателем, связанным с характеристиками первичной продукции фитопланктона и с пищевыми факторами (концентрацией питательных биогенных веществ). В расчетную формулу индекса E-TRIX входят следующие показатели экосистемы: концентрация хлорофилла — аналог, заменяющий показатель автотрофной биомассы фитопланктона; отклонение насыщенности кислорода от 100% — индикатор интенсивности первичной продукции системы, охватывающий фазу активного фотосинтеза и фазу преобладания ды-

хания; концентрации общего фосфора и минерального азота — показатели наличия количества питательных веществ.

Индекс E-TRIX изменялся в соответствии с трофическими условиями вод в пределах от 2 до 4, а оценка категорий трофности и состояния качества вод осуществляется по величине индекса (табл. 1).

Таблица 1.

Категории трофности, состояния качества вод и их характеристика в зависимости от значений индекса E-TRIX

Значение E-TRIX	Уровень трофности	Качество вод	Характеристика качества вод
< 4	Низкий	Высокое	Высокая прозрачность вод, отсутствие аномалий цвета воды, отсутствие пресыщения и недосыщения растворенного кислорода
4-5	Средний	Хорошее	Эпизодические случаи уменьшения прозрачности вод, аномалий цвета воды, гипоксии придонных вод
5-6	Высокий	Посредственное	Низкая прозрачность вод, аномалии цвета воды, гипоксия придонных вод и эпизодические случаи аноксии
> 6	Очень высокий	Плохое	Высокая мутность вод, обширные аномалии цвета воды, регулярная гипоксия на больших пространствах и частая аноксия придонных вод, гибель бентосных организмов, изменение бентосных сообществ

Результаты и обсуждение. Главное содержание проблемы качества морских вод составляют процессы эвтрофирования, обусловленные совместным действием разных факторов загрязнения среды. Хлорофилл “a” является одним из пигментов фитопланктона и одновременно является одним из основных показателей состояния морской экосистемы. Особенности пространственного распределения хлорофилла *a* в море содержат важную информацию о процессах, регулирующих структуру фитопланктонного сообщества и динамических аспектах, протекающих в экосистеме. Знание механизмов, формирующих и поддерживающих максимум хлорофилла, важно для понимания функционирования морских экосистем.

Распределение абсолютного содержания кислорода в поверхностном слое в северо-западной части района ФПЗ, где находились более теплые и распресненные воды Днепро-Бугского стока, характеризовалось относительно низкими значениями (8,2-9,0 мг/л, модальное значение — 8,9 мг/л³). Более высокие концентрации кислорода отмечались в юго-восточной части (9,1-10,5 мг/л, модальное значение по район — 9,15 мг/л³). Максимально высокое содержание кислорода в поверхностном слое отмечено на станции 40 — 10,5 мг/л.

Содержание общего азота в поверхностном слое в период наблюдений находилось в пределах от 142 до 380 мкг/л (ст. 44 и 42 соответственно). Содержание нитритного азота зарегистрировано в небольших концентрациях (1-2 мкг/л) и выявлено только на 3 станциях (43, 44, 47).

Содержание общего фосфора находилось в достаточно узком диапазоне от 5 до 25 мкг/л, максимумы отмечены на двух станциях (ст. 25, 36).

В районе ФПЗ в июне 2012 концентрация хлорофилла изменялась от 0,14 до 0,66 мкг/л (рис. 2).

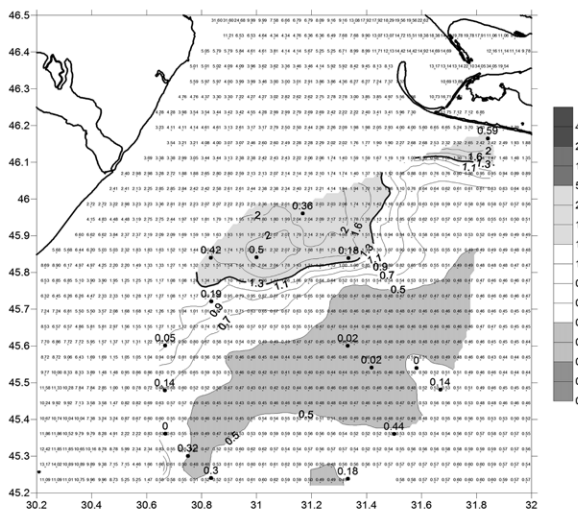


Рис. 2. Пространственное распределение концентрации хлорофилла *a* в поверхностном слое ФПЗ (июнь, 2012 г.)

Примечание: большие цифры на карте — натурные наблюдения, мелкие цифры горизонтальными рядами — суточные данные спутника “Modis”

Наблюдалось четыре максимума концентрации хлорофилла “ α ”, и два максимума “ β ” и “ c ” (рис. 3). Первый и второй максимумы хлорофилла “ α ” располагались в северо-западной части ФПЗ, расположенной в зоне влияния трансформированных Днepro-Бугских вод, где наблюдалось активное развитие многих видов фитопланктона. В этой части ФПЗ наблюдалось большое разнообразие зеленых водорослей, для которых основным является хлорофилл “ α ”, поэтому в этом районе его концентрация была выше, чем “ β ” и “ c ”.

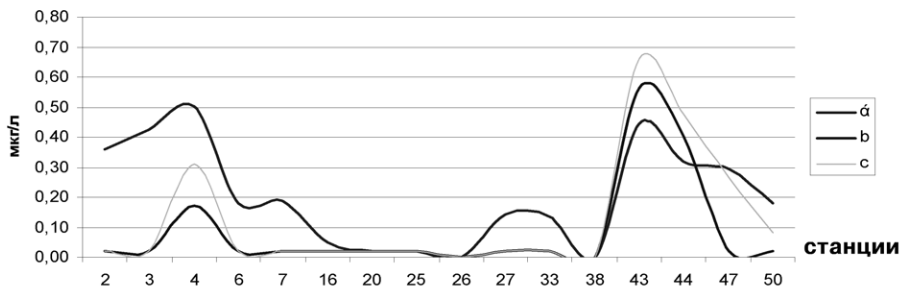


Рис. 3. Изменение концентрации фотосинтетических пигментов на станциях ФПЗ (июнь, 2012 г.)

Второй большой максимум всех фотосинтетических пигментов наблюдался на юго-восточной границе ФПЗ, в зоне цветения диатомовой *P. pseudodelicatissima* и золотистой *E. huxleyi*. В этом районе концентрация хлорофилла “с” превышала концентрацию “α” и “β”, вероятно, потому, что хлорофилл “с” является одним из основных пигментов диатомовых.

Значения E-TRIX (рис. 4) изменялись от 3,5 до 4,5 (в расчет брали хлорофилл “a” по среднесуточным спутниковым данным “Modis”).

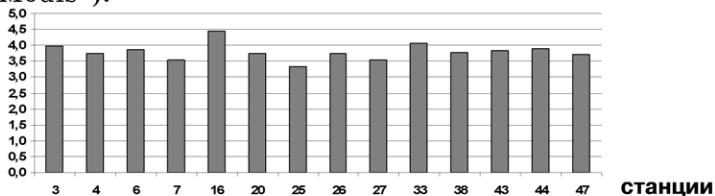


Рис. 4. Изменение E-TRIX в поверхностном слое ФПЗ в мае-июне 2012 г.

Это позволяет отнести большую часть ФПЗ в исследуемый период к зонам с низким трофическим уровнем и высоким качеством вод.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что в весенне-летний период времени качество вод ФПЗ соответствует высокому. Для вод характерна высокая прозрачность, отсутствие аномалий цвета воды, отсутствие пресыщения и недосыщения растворенного кислорода. И только в северо-западной и крайних точках юго-западной частей ФПЗ значения E-TRIX несколько выше, что связано с влиянием трансформированных Днепро-Бугских и Дунайских вод.

Литература

1. Тучковенко Ю. С., Сапко О. Ю. Оценка вклада антропогенных источников Одесского региона в загрязнение морской среды // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2003. — № 47. — С. 130-139.
2. Тучковенко Ю. С., Сапко О. Ю. Оценка вклада речного стока и совокупности антропогенных источников в загрязнение морской среды Одесского региона // Зб. матеріалів до 5 міжнар. симпозіуму, 30-31 жовтня 2003 р., Одеса / ОЦНТІ. — Одеса, 2003. — С. 360-365.
3. Зайцев Ю. П. Самое синее в мире / Нью-Йорк: ООН, 1998. — 142 с.
4. Орлова И. Г., Белевич Р. Р., Попов Ю. И., Украинский В. В., Бондарь С. Б. Динамика гипоксических процессов в придонных водах северо-западного шельфа Черного моря // Океанология. — 1999. — № 39(4). — С. 548-554.
5. Лоева І. Д., Орлова І. Г., Павленко М. Ю., Український В. В., Попов Ю. І., Деньга Ю. М. Сучасний екологічний стан Чорного та Азовського морів / Причорноморський екологічний бюлетень. — Грудень, 2008. — № 4 (30). — С. 26-36.
6. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. 1998. 10200 App By Standard Methods Committee, 1994.
7. Vollenveider R. A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index // *Enviromentrics*. — 1998. — № 9. — P. 329-357.

*Г. Ю. Коломейченко,
Ю. И. Касилов,
В. Д. Каштаков*

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ГИДРОБИОНТАХ ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ

Морские организмы участвуют в сложных процессах биогенной миграции химических элементов.

Под термином “биогенная миграция” следует понимать любой процесс трансформации химических элементов, протекающий с участием гидробионтов.

Микроэлементы в морские организмы поступают из пищи и из воды. Часть микроэлементов, накопленных морскими организмами из среды, включаются в биохимические реакции, входят в состав биологически активных веществ и играют важную роль в процессах жизнедеятельности клеток.

Термин “микроэлементы”, введенный В.И. Вернадским [1], подразумевает те элементы, которые встречаются в живых организмах в количестве $1 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ %. Сведения о функциях микроэлементов в живых организмах содержатся в ряде публикаций [2; 3].

Ниже мы приводим краткую справку о роли тех микроэлементов, которые исследованы нами в мягких тканях и раковинах черноморской мидии, собранной в различных районах северо-западного шельфа и свалках грунтов дноуглубления.

Хром, кобальт и никель принимают участие в процессах кроветворения. Марганец участвует в окислительно-восстановительных реакциях, связан с витамином В₁. Медь входит в состав гемоцианина — основного дыхательного пигмента крови моллюсков и участвует в процессах кроветворения. Процессы дыхания осуществляются с участием фермента карбоангидразы, содержащего цинк. Кадмий влияет на некоторые ферменты и гормоны и по своему действию напоминает цинк. Данные о биологической роли ртути в литературе отсутствуют.

Все эти микроэлементы, являясь жизненно необходимыми, в незначительных концентрациях становятся опасными, если их содержания превышают норму. Они полностью не выводятся из организма, перемещаясь по пищевым цепям и везде оставляя негативные следы своего присутствия. О негативной роли микроэлементов имеется обширная литература [4], так как проблема загрязнения окружающей среды стала глобальной [5] и особенно актуальной для замкнутых морей и их шельфов [6].

Для северо-западного шельфа Черного моря проблема загрязнения микроэлементами приобрела особое значение в связи с интенсификацией хозяйственной деятельности и кризисной ситуацией, вызвавшей формирование “донных пустынь” в районе, который в прошлом был наиболее продуктивным в Черном море. Исследования шельфа, проводившиеся на геосистемной основе методом комплексной экологической съемки, позволило выделить донные ландшафты [7].

Донные биоценозы являются составной частью донных ландшафтов. Для изучения биогеохимии был выбран вид индикатор (в качестве международного стандарта) — “мидиевого дозора” — мидия черноморская, обитающая во всех ландшафтных районах шельфа.

Учитывая общее обеднение видового состава макрозообентоса в результате заморов, смены биоценозов моллюсков-фильтраторов полихетами и то обстоятельство, что отбор проб проводился в начале лета и осенью, в период, когда на шельфе наблюдались последствия замора, материал предоставлен качественно меньше и, в основном, молодью генерации одного года жизни. Только для районов открытого моря, где гипоксия не наблюдалась, были собраны мидии размером раковин 60 мм. Взрослые мидии с размером раковин 45-60 мм были собраны и в прибрежной зоне в начале лета.

Накопление микроэлементов в раковинах и мягких тканях мидий характеризуется следующими особенностями. Определение содержания тяжелых металлов проводилось по ранее описанной методике [8].

Медь. Концентрации меди в теле мидии превышают ее содержание в донных отложениях и коррелируют с последними. Содержание меди в раковинах варьирует в широких пределах, в тканях оно более стабильно.

Цинк. Содержание в раковинах близко к содержанию в донных отложениях. В мягких тканях мидии цинка содержится обычно больше, чем в раковинах и донных отложениях. Содержание цинка здесь довольно стабильно. В раковинах концентрации цинка изменяются в больших пределах и вероятно, связаны с концентрацией в донных отложениях. Молодые особи содержат цинка больше, чем взрослые.

Свинец. Содержание свинца в раковинах и мягких тканях примерно одинаковы и почти в три раза меньше, чем в донных отложениях. Концентрации свинца в раковинах более устойчивы, чем для цинка, но также, вероятно, связаны с концентрацией его в донных отложениях.

Никель. Содержание никеля в 2-6 раз меньше, чем в донных отложениях. Этот элемент активно аккумулируется мягкими тканями. Концентрации его как в раковинах, так и в тканях относительно стабильны, но можно предположить наличие связи его с содержанием в донных отложениях.

Хром. Массовая доля хрома, а также ванадия и кобальта в мидиях на порядок меньше, чем в донных отложениях и не обнаруживает связи с содержанием в последних. Значения концентраций хрома варьирует в широких пределах, особенно в раковинах молоди. В мягких тканях содержания его существенно больше, чем в раковинах, но значения его более или менее стабильны.

Мягкие ткани более интенсивно, чем раковины, аккумулируют почти все рассмотренные элементы, но особенно хром, цинк и никель. Абсолютные значения довольно высоки, особенно хрома. По сравнению с атлантическими мидиями, обитающими у берегов Бельгии (м. Эдулис) в мидиях северо-западного шельфа хрома содержится почти на порядок больше. Это подтверждает предположение о техногенном загрязнении шельфа.

Другим источником загрязнения шельфа микроэлементами являются свалки грунтов дноуглубления. В районах дампинга, содержания в донных отложениях таких элементов как цинк, медь, свинец, повышается в 2-5 раз. Загрязнение отражается и на геохимической характеристике бентоса. В мидиях, собранных на свалках, отмечены повышенные содержания цинка, а в раковинах — хрома и никеля.

Литература

1. Бумбу Я. В. Микроэлементы в жизни фитопланктона. — Кишинев: Штиинца, 1976.
2. Ноздрюхина Л. Р. Биологическая роль микроэлементов в организмах животных и растений. — М.: Наука, 1977.
3. Морозов Н. П. Содержание и распределение тяжелых металлов в компонентах экосистемы Балтийского моря / Исследование экосистемы Балтийского моря / Н. П. Морозов, С. А. Петухов. — Вып. 1. — Л.: Гидрометеоиздат, 1981. — С. 98-128.
4. Мур Д. В. Тяжелые металлы в природных водах / Д. В. Мур, В. С. Рамамурти. — М., 1987.
5. Герлах С. А. Загрязнение моря. — Л.: Гидрометиздат, 1985. — С. 21.
6. Шлыгин И. А. Разработка научных обоснований возможности сбросов отходов и других материалов с минимальным ущербом для морской среды. Результаты исследований районов морей и океанов для регламентируемых отходов и др. материалов. Тез. докл. всесоюз. научн. семинара (Севастополь, 25-

- 26 марта 1986) / Методология прогнозирования загрязнения океанов и морей. — М.: Гидрометиздат, 1986. — С. 113-118.
7. Назаренко М. Ф. Распределение металлов-токсикантов в донных отложениях и моллюсках северо-западного шельфа Черного моря / М. Ф. Назаренко, О. Е. Фесюнов / Пятая Всесоюзная конф. по водной токсикологии. Тез. — Одесса, 1988. — С. 55-56.
 8. Коломейченко Г. Ю. Методология мониторинга дампинга. — Одесса, 2014. — 79 с.

*М. Є. Даус,
Т. В. Гращенкова,
Є. А. Романова*

ЕКОЛОГІЧНА КАТАСТРОФА В УГОРЩИНІ 4 ЖОВТНЯ 2010 РОКУ

Вступ. За даними засобів масової інформації та сітки Інтернет 4 жовтня 2010 р. на великому підприємстві з виробництва алюмінію Ajkai Timfoldgyar Zrt, що знаходиться на відстані 160 кілометрів на захід від Будапешта стався вибух, який зруйнував греблю резервуара з отруйними відходами — так званим “червоним шламом”.

У результаті роботи більшості алюмінієвих заводів утворюються відходи, що складаються в основному з оксидів заліза, алюмінію, титану та інших корисних металів. Ці відходи називаються “червоним шламом”, і є подрібненими відходами, що містять велику кількість цінних компонентів, добування багатьох з яких може бути рентабельним. Червоний шлам — нерозчинний осад, що утворюється при виробництві глинозему. Він містить луг і важкі метали і є загрозою для навколишнього середовища і людського організму.

Матеріали і методи дослідження. Після вибуху почалися моніторингові спостереження за станом Дунаю. Виміри проводились у 10 пунктах. Карта-схема басейну р. Дунай з відміченими пунктами спостережень показана на рис. 1.

У різних пунктах спостереження проводились з 7 жовтня по 10 грудня 2010 року. Період спостережень на різних пунктах склав від 1 дня у пункті р. Дунай — р-н Надьтетень до 60 днів у пунктах р. Марцал — вище впадіння р. Раба та р. Дунай — м. Генью (табл. 1).



Рис. 1. Карта-схема басейна р. Дунай

Метод оцінки якості води для рибогосподарських потреб ґрунтується на порівнянні показників складу і властивостей середовища водного об'єкта, що розглядається, з відповідними нормативами. Норми якості води водних об'єктів включають загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для рибогосподарського водокористування.

Оцінка якості води виконувалася методом [1] зіставлення значень показників якості води (вимірених або розрахованих) з нормативами. Якщо показники не мають ефекту спільної дії, то їх значення мають бути не більшими за норматив $C_i \leq \text{ГДК}$; якщо показники якості води мають ефект спільної дії, то вони об'єднуються у групи і для кожної з груп показник якості φ має бути не більше 1:

$$\varphi = \sum (C_i / \text{ГДК}) \leq 1 \quad (1)$$

У групу спільної дії об'єднують показники, нормовані з ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки. Решта показників, нормованих без ЛОШ або з ЛОШ, але 3 і 4 класу небезпеки, не мають ефекту спільної дії.

Оцінка якості води 2-бальна: якщо хоча б один показник перевищує норматив, то вважається, що вода брудна і не відповідає нормам; у протилежному випадку — чиста (відповідає нормам).

У переліку рибогосподарських ГДК речовини поділені на п'ять груп за ЛОШ: перша група об'єднує речовини з санітарно-токсикологічною ЛОШ; друга — з органолептичною ЛОШ; третя — з загально-санітарною ЛОШ; четверту групу складають речовини з токсикологічною ЛОШ; п'яту — з рибогосподарською ЛОШ. У останній колонці табл. 1 показаний перелік речовин, які вимірювались під час моніторингу, та за якими було здійснено оцінку якості води.

Таблиця 1.

Результати моніторингових спостережень за станом р. Дунай і його притоків після аварії 4 жовтня 2010 року

Річка	Пункт спостережень	Країна	Період спостережень	Гідрохімічні показники
Марцал	вище впадіння р. Раба	Угорщина	11.10.2010-21.12.2010	Hg, B, Ba, As, Pb, Se, Cd, Ag, Co, Fe, Cu, Zn, Cr, Ni
Дунай	м. Генью	Угорщина	11.10.2010-21.12.2010	Hg, B, Ba, As, Pb, Se, Cd, Ag, Co, Fe, Cu, Zn, Cr, Ni
Мошонський Дунай	с. Вельке Косиги	Словаччина	07.10.2010-08.10.2010	Hg, Al, As, Cr, Ni, V
Мошонський Дунай	м. Комарно	Словаччина	07.10.2010-08.10.2010	Hg, Al, As, Cr, Ni, V
Мошонський Дунай	уста річки	Словаччина	07.10.2010-08.10.2010	Hg, Al, As, Cd, Cr, Ni, V
Іпель	с. Соб	Угорщина	07.10.2010-09.10.2010	Hg, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn, Cr, Ni, Mn
Дунай	м. Будапешт	Угорщина	08.10.2010-09.10.2010	Hg, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn, Cr, Ni, Mn
Дунай	р-н Надьтетень	Угорщина	09.10.2010	Hg, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn, Cr, Ni, Mn
Дунай	м. Базіаш	Румунія	08.10.2010-13.10.2010	Hg, Al, As, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn, Cr, Ni, Mn, NH ₄ , SO ₄
Дунай	м. Рені	Україна	19.10.2010-23.11.2010	Fe, Cu, Cr, Mn
Дунай	м. Ізмаїл	Україна	12.10.2010-31.12.2010	Al, Fe, Cu, Cr, Mn

Результати дослідження та їх аналіз. В результаті моніторингу було зафіксовано максимальні перевищення, які показано у таблиці 2 в різних пунктах спостережень та їх дати.

Найбільше перевищення за сумарним показником ϕ спостерігалось 7 жовтня у пункті р. Мошонський Дунай — с. Вельке Косиги та уста і склало 3,1 та 26,2 рази, причому основний елемент цього перевищення дає алюміній — 2,8 та 25,8. Також 17 жовтня перевищення у 3,7 рази зафіксовано у пункті р. Дунай — м. Ізмаїл за рахунок алюмінію. Перевищення більше ніж у 6 разів також маємо 2 листопада у пунктах на р. Марцал і р. Дунай — м. Генью.

За ферумом найбільше перевищення було зафіксовано 8-11 жовтня у пункті р. Дунай — м. Базіаш і склало 117-166 разів, перевищення більше ніж у 13 разів також маємо 8 листопада у пункті на р. Марцал і та у 5,5 разів на р. Дунай — м. Генью. На пунктах м. Рені та м. Ізмаїл виміряне незначне перевищення у 1,3 та 1,5 рази 17 та 22 жовтня.

Забруднення цинком зафіксовано у 2-4 рази на різних пунктах по довжині р. Дунай 7-10 та 29 жовтня.

8 жовтня зафіксовано перевищення кадмію у 10 разів у пунктах р. Мошонський Дунай — с. Вельке Косиги та устя.

Перевищення мангану спостерігалось 17 жовтня у 1,5 рази у пункті р. Дунай — м. Ізмаїл.

Найдовший період спостережень з 11 жовтня до 21 грудня 2010 р. у пунктах р. Марцал — вище впадіння р. Раба та р. Дунай — м. Генью. Динаміку перевищення сумарного показника ϕ , заліза та цинку у пункті моніторингу р. Марцал — вище впадіння р. Раба показано на рис. 2. На цьому пункті спостерігалось перевищення сумарного показнику ϕ , заліза та цинку. Значення ϕ поступово зростає з 1,4 рази (11 жовтня) до 6,8 рази (2 листопада), потім до 10 грудня спостерігається на рівні 1,5-2,3 рази.

Таблиця 2.

Результати моніторингу (показник ϕ і максимальні перевищення ГДК речовин) в різних пунктах спостережень та їх дати

Річка	Пункт спостережень	Найбільші перевищення ГДК(рази) та їх дати				
		ϕ	Fe	Zn	Cd	Mn
Марцал	вище впадіння р. Раба	<u>6.8</u>	<u>13.2</u>	<u>3.1</u>		
		02.11	08.11	29.10		
Дунай	м. Генью	<u>6.4</u>	<u>5.5</u>	<u>2.4</u>		
		02.11	8, 9.11	29.10		
Мошонський Дунай	с. Вельке Косиги	<u>3.1</u>			<u>10.0</u>	
		07.10			08.10	
Мошонський Дунай	м. Комарно					
Мошонський Дунай	устя річки	<u>26.2</u>			<u>10.0</u>	
		07.10			08.10	
Іпель	с. Соб			<u>2.0</u>		
				7-9.10		
Дунай	м. Будапешт			<u>2.0</u>		
				7-8.10		
Дунай	р-н Надьтетень			<u>2.0</u>		
				09.10		
Дунай	м. Базіаш	<u>1.9</u>	<u>166.0</u>	<u>4.3</u>		
		10.10	10.10	10.10		
Дунай	м. Рені		<u>1.5</u>			
			22.10			
Дунай	м. Ізмаїл	<u>3.7</u>	<u>1.3</u>			<u>1.5</u>
		17.10	17.10			17.10

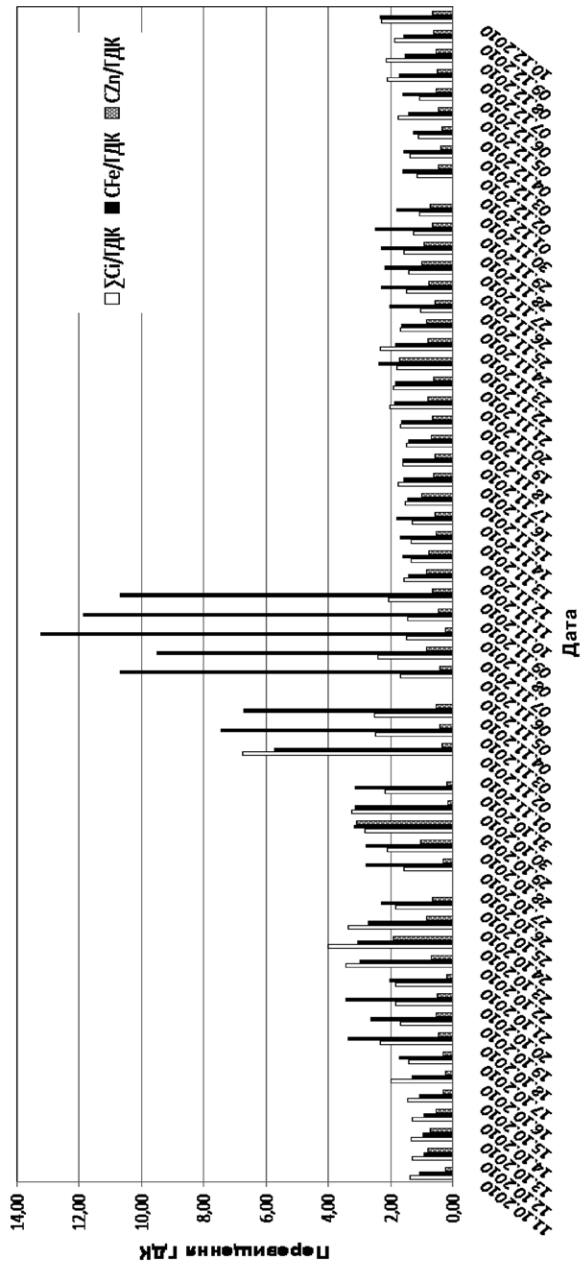


Рис. 2. Динаміка перевищення сумарного показника ϕ , ГДК заліза та цинку за період спостережень з 11 жовтня до 21 грудня 2010 року у пункті р. Марцал — вище впадіння р. Раба

Перевищення ГДК заліза збільшується з 1,1 рази (11 жовтня), досягає піку 13,2 (8 листопада) та поступово зменшується до рівня 1,4-2,3 (у період з 11 листопада до 10 грудня). Причому високий рівень перевищення у 5-13 разів тримається на протязі 8 днів (з 2 по 10 листопада).

Рівень цинку коливається у межах 0,23-1,0, тобто менше або дорівнює ГДК за період спостережень, окрім 3 днів перевищення — 23 жовтня (1,9 рази), 29 жовтня (3,1), 22 листопада (1,7 рази).

На пункті спостереження р. Дунай — м. Генью спостерігалось перевищення сумарного показнику φ у 5,4 рази 22 жовтня та у 6,4 рази 11 листопада, у інші дні періоду з 11.10 по 10.12.2010 рівень перевищень коливався біля значення 1,4, а в деякі дні перевищень не спостерігалось.

Ферум має загальний низький рівень співвідношення ($C_i/\text{ГДК}$) ≤ 1 на протязі 2-місячного періоду спостережень, на цьому фоні виділяються чотири періоди перевищення ГДК по декілька днів: на рівні 1,1-1,6 разів з 18 по 31 жовтня, з 25 по 29 листопада та з 8 по 10 грудня, найбільше перевищення спостерігалось з 8 по 10 листопада на рівні 4,5-5,5 разів перевищення ГДК. Рівень цинку коливається у межах 0,23-1,0 ГДК за період спостережень, окрім 8 днів перевищення на рівні 1,2-1,8 разів; та 29 жовтня — у 2,4 рази.

Висновок. На основі досліджень можна зробити висновок, що внаслідок аварії 4 жовтня 2010 року на угорському глиноземному заводі зафіксовано перевищення санітарних норм вмісту шкідливих речовин у Дунаї, забруднення річки значно зросло та розповсюдилось на велику відстань. У період з 7 жовтня до 10 грудня цього ж року вода в р. Дунай класифікується як брудна і не відповідає нормам. Більш конкретні висновки зробити важко, оскільки у різних пунктах моніторингу спостереження проводились за різною кількістю речовин і за різні періоди.

Література

1. СанПиН 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. — М.: Минздрав СССР, 1988. — 59 с.

М. Є. Даус,
Т. В. Гращенкова,
Н. Ю. Твардієвич

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА МАЛИХ РІЧОК ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Вступ. Малі річки Північно-Західного Причорномор'я, а саме Когильник, Сарата, Хаджидер, Алкалія є річками, що протікають по території Молдови та України (Одеська область) і впадають у такі солоні озера, як Сасик, Бурнас, Хаджидер, екологічний стан яких, як відомо, критичний та зумовлений антропогенною діяльністю. Ці лимани складають важливі екосистеми та природно-ресурсний потенціал для людства. Також береги лиманів являються місцями гніздування птахів. Система Сасик-Шагани-Алібей-Бурнас отримала статус міжнародних водно-болотних угідь, як місця поселення водоплаваючих птахів і занесена в міжнародний перелік Рамсарської конвенції про охорону водно-болотних угідь. Тому якість води у річках, що впадають у водні об'єкти, відображається на якості води безпосередньо у цих водних об'єктах, які виконують важливі екологічні функції. Через це проблема зміни якості води у малих річках залишається актуальною.

Мета, матеріали і методи дослідження. Метою даної роботи є екологічна оцінка якості малих річок Північно-Західного Причорномор'я, а також дослідження динаміки екологічного стану даних річок за багаторічний період.

Об'єктом дослідження служать малі річки басейну Чорного моря — Алкалія, Когильник, Сарата, Хаджидер, що протікають по території Одеської області.

Якість води досліджувалась за допомогою методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [1] на підставі аналізу значень показників (критеріїв) її складу і властивостей.

При виконанні екологічної оцінки якості води аналізувалися дані спостережень Одеського обласного управління водного господарства за хімічним складом води на постах р. Сарата — с. Білолісся, р. Когильник — с. Новоолексіївка, р. Алкалія — с. Широке, р. Хаджидер — с. Сергіївка за 2004-2010 рр.

Результати дослідження та їх аналіз. Згідно з отриманими результатами, за своїм іонним складом води усіх досліджу-

ваних річок можна віднести до сульфатного класу за переважаючим аніоном, що говорить про порівняно високу мінералізацію для прісних вод. За переважаючим катіоном води річок відносяться до натрієвої групи, II типу (змішані води). Води даних річок за показником суми іонів, який коливається в межах від 1000 до 5000 мг/дм³, де за результатами дослідження переважають сульфати, можна вважати високо мінералізованими. За весь період дослідження, майже в усіх випадках води річок Алкалія, Хаджидер, Сарата, Когильник, потрапляють до класу солонуватих та категорії β -мезогалинних вод. Такі води характеризуються більшою солоністю ніж прісні води, але не є настільки солоні, як морські води.

Оцінка якості води малих річок за сольовим складом здійснювалась на основі суми іонів, сульфатів, хлоридів. Значення вищезазначених показників перевищують ГДК, а отже у водах річок спостерігається підвищений вміст даних компонентів, величини блокового індексу по сольовому складу для всіх річок приймають значення наближені до 7-ми. Тому води річок Алкалія, Когильник, Сарата, Хаджидер згідно з екологічною класифікацією (слід відмітити, що р. Алкалія та Сарата у I кварталі 2012 знаходились у пересохлому стані) по кожному з компонентів сольового складу відносять до VII категорії, тобто найнижчої. Ця категорія відповідає класу якості V — води за станом “дуже погані”, а за ступенем чистоти “дуже брудні” (табл. 1).

Таблиця 1.

Динаміка значень блокового індексу
за трофо-сапробіологічними критеріями

Рік		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Блоковий індекс	Алкалія	4,4	5,8	5,1	5,8	4,9	4,1	5,6	5,4	-
	Хаджидер	5,1	5,1	5,3	5,4	5,4	5,9	6,1	6,1	5,7
	Сарата	4,7	5,9	5,9	5,3	5,6	6,2	6,0	5,9	-
	Когильник	6,0	5,8	6,0	6,0	5,8	5,8	6,2	5,9	5,1

Наступним етапом екологічної класифікації є оцінка якості води за трофо-сапробіологічними критеріями на основі концентрацій азоту амонійного, азоту нітратного, азоту нітритного, фосфату, розчиненого кисню, біхроматної окислюваності, БСК₅, завислих речовин, рН.

Прослідкувати динаміку значень блокового індексу за трофо-сапробіологічними критеріями можна в табл. 1.

Категорія якості води для р. Алкалія змінювалась від 4 (2004, 2009 рр.) до 6 (2005, 2007, 2010 рр.), 5-та категорія якості спостерігалась у 2006, 2008 та 2011 рр. Це означає, що існує тенденція до погіршення якості води річки у період 2004-2011 рр., так як у 2004 році за станом вода відносилась до задовільної, за ступенем чистоти — слабо забрудненої, евтрофної, а у 2011 році вода за своєю якістю набула 5-ї категорії, тобто III класу (посередні) помірно забруднені води, еволітрофні. Має місце погіршення якості води з роками.

Вода річки Хаджидер у період 2004-2008 рр. відносилась до III класу — помірно забруднена, еволітрофна, α'' -мезосапробна, в період 2009-2012 рр. клас якості погіршився до IV (погана) — вода брудна, α'' -мезосапробна, політрофна.

Така ж тенденція характерна і для вод річки Сарата, у 2005 році вода відносилась до III класу — помірно забруднена, а у 2006-2011 рр., клас якості знизився до IV — вода брудна, α'' -мезосапробна, політрофна.

Тенденція до покращення якості води характерна лише для річки Когильник. Тут можна побачити (рис. 1), що у період з 2004 по 2011 рік води класифікують як брудні, а у 2012 році клас якості відповідає помірно забрудненим.

Для оцінки за критеріями вмісту специфічних речовин були використані наступні показники специфічної дії — залізо, мідь, нікель, хром, марганець, нафтопродукти, СПАР. Аналізуючи результати оцінки даного блоку, можна стверджувати, що за весь досліджуваний період по всім досліджуваним річкам, вода за якістю відноситься до II класу, тобто дуже добрі (чисті) та добрі (досить чисті) (табл. 2). Внесок речовин токсичної дії у забруднення надзвичайно малий, що пов'язано з їх відсутністю у воді, або наявністю у незначних концентраціях.

Таблиця 2.
Значення блокових індексів за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії

Рік		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Блоковий індекс	Алкалія	2,1	2,4	2,3	2,1	2,4	1,7	2,3	2,7	
	Хаджидер	2,6	2,3	2,0	2,4	2,4	2,3	2,7	2,4	2,1
	Сарата	2,6	2,4	2,1	2,7	2,4	2,1	3,1	3,1	
	Когильник	2,4	2,2	2,3	3,0	3,0	3,0	3,2	3,0	3,0

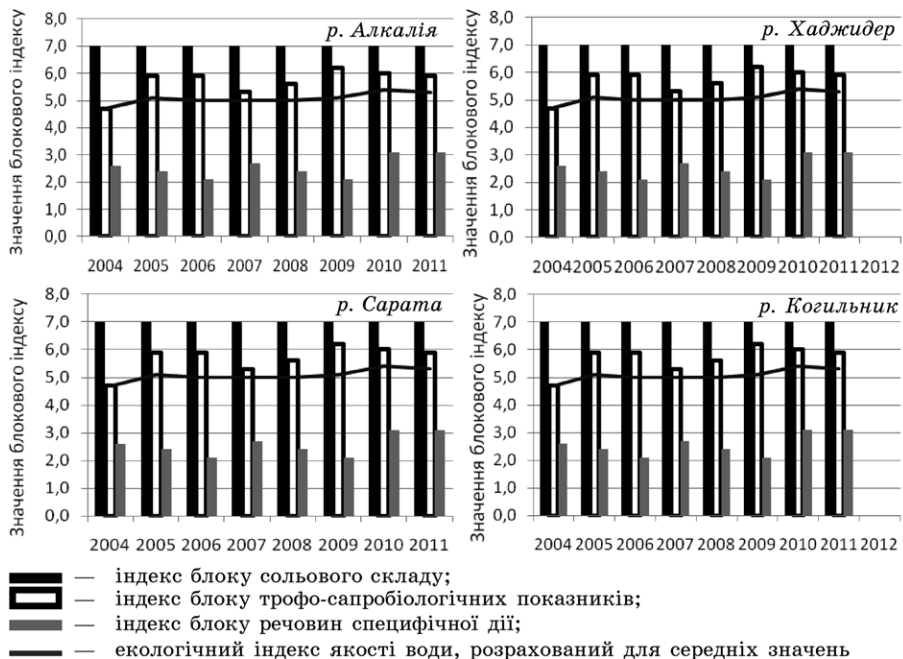


Рис. 1. Динаміка зміни блокових індексів та інтегрального індексу за період 2004-2012 рр. малих річок Північно-Західного Причорномор'я

Результати загальної оцінки (загальний індекс) якості води представлені у табл. 3, яка показує, що практично для всіх річок, ситуація зміни якості води була стабільною за досліджуваний період. Якість води відповідала 5 категорії, тобто відносилась до помірно забруднених вод. Виняток становлять річка Алкалія у 2009 році, її води характеризується як слабо забруднені, а також річка Когильник у 2007, 2009, 2011 рр., якість води якої характеризувалась гіршим станом порівняно з іншими роками і класифікувалась як брудна вода.

Згідно з рис. 1 можна сказати, що найбільший внесок у забруднення всіх річок здійснюється сольовим та трофо-сапробіологічним блоками, а саме найбільший вклад в забруднення річок вносять сульфати, хлориди, завислі речовини, азот нітратів і нітритів, фосфати.

Повторюваність екологічних індексів якості води для річок Алкалія, Хаджидер склала 100 %, р. Сарата — 89 %, р. Когильник — 67 % — води відносяться до III класу — помірно забруд-

нені за ступенем чистоти, за станом — посередні, за сабробністю — α'' -мезосапробні, за трофністю — евополітрофні. Річки Сарата та Когильник у 11 і 33 % випадків відповідно мають якість води IV класу: за станом — погана, за ступенем чистоти — брудна, за сабробністю — α'' -мезосапробна, за трофністю — політрофна.

Таблиця 3.

Загальний індекс малих річок Північно-Західного Причорномор'я за період 2004-2012 рр.

Рік	Загальний індекс	Категорія	Клас	Оцінка за станом	Оцінка за ступенем чистоти
р. Алкалія					
2004	4,5	5	III	посередні	помірно забруднені
2005	5,1	5	III	посередні	помірно забруднені
2006	4,8	5	III	посередні	помірно забруднені
2007	5,0	5	III	посередні	помірно забруднені
2008	4,8	5	III	посередні	помірно забруднені
2009	4,3	4	III	задовільні	слабко забруднені
2010	4,9	5	III	посередні	помірно забруднені
2011	5,1	5	III	посередні	помірно забруднені
2012	-	-	-	-	-
р. Хаджидер					
2004	4,9	5	III	посередні	помірно забруднені
2005	4,8	5	III	посередні	помірно забруднені
2006	4,8	5	III	посередні	помірно забруднені
2007	5,0	5	III	посередні	помірно забруднені
2008	5,0	5	III	посередні	помірно забруднені
2009	5,1	4	III	посередні	помірно забруднені
2010	5,3	5	III	посередні	помірно забруднені
2011	5,2	5	III	посередні	помірно забруднені
2012	4,9	5	III	посередні	помірно забруднені
р. Сарата					
2004	4,7	5	III	посередні	помірно забруднені
2005	5,1	5	III	посередні	помірно забруднені
2006	5,0	5	III	посередні	помірно забруднені
2007	5,0	5	III	посередні	помірно забруднені
2008	5,0	5	III	посередні	помірно забруднені
2009	5,1	4	III	посередні	помірно забруднені
2010	5,4	5	III	посередні	помірно забруднені
2011	5,3	5	III	посередні	помірно забруднені
2012	-	-	-	-	-
р. Когильник					
2004	5,1	5	III	посередні	помірно забруднені
2005	5,0	5	III	посередні	помірно забруднені
2006	5,1	5	III	посередні	помірно забруднені
2007	5,3	5	III	посередні	помірно забруднені
2008	5,3	5	III	посередні	помірно забруднені
2009	5,3	4	III	посередні	помірно забруднені
2010	5,5	6	IV	погані	брудні
2011	5,3	5	III	посередні	помірно забруднені
2012	5,0	5	III	посередні	помірно забруднені

Найбільший вклад у забруднення річок був здійснений показниками сольового складу та трофо-сапробіологічного блоку (сульфати, хлориди, магній, СПАР).

Висновки. Помірну забрудненість вод річок можна пов'язати з діяльністю КП “Водоканал” у м. Арциз на р. Когильник. У р. Алкалія підвищена концентрація речовин у воді пов'язана з періодичним підтопленням сільськогосподарських угідь та прилеглих територій річкою, в результаті активної незбалансованої водогосподарської діяльності, зрошення земель, забудови території без належної інженерної підготовки, засипка ярів та балок і т.д. Наявність забруднюючих речовин у воді р. Сарата і р. Хаджидер зумовлена сільськогосподарською діяльністю, а також погіршенням роботи каналізаційних очисних споруд [2].

Література

1. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Під ред. В. Д. Романенко та ін. — К.: Символ-Т, 1998. — 28 с.
2. Екологічний паспорт регіону за 2005-2009 рр. Одеська область / Інтернет ресурс www.menr.gov.ua.

*М. Є. Даус, О. С. Пінтійська,
О. О. Поліщук, Н. Ю. Твардієвич*

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ МАЛИХ РІЧОК ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Вступ. Водні ресурси малих річок Північно-Західного Причорномор'я є частиною структурних територіальних елементів екологічної мережі. Вони відіграють значну роль в розвитку економіки території, зоологічного та ландшафтного різноманіття, підвищують природно-ресурсний потенціал регіону. Живлення річок в основному снігове: під час весняної повені проходить близько 80 % річкового стоку. Малі річки — водні об'єкти високої екологічної важливості, мають широке побутове і рибогосподарське використання, потребують ретельного вивчення і постійного та організованого моніторингу. Тому тему даної роботи можна вважати актуальною.

Мета роботи — оцінити якість води за допомогою індексу забрудненості води (ІЗВ модифікованого) та придатності використання її для рибогосподарського використання.

Об'єктами дослідження є:

- річки Алкалія, Когильник, Сарата, Хаджидер;
- річки Кучурган, Ягорлик, Окна, Білочі;
- річки Великий Катлабух, Великий Ялпуг та Кіргиж-Китай.

Річки басейну Чорного моря — Алкалія, Хаджидер, Когильник, Сарата беруть початок на території Молдови та впадають відповідно в озеро Бурнас, озеро-лиман Хаджидер, озеро Сасик. Води цих річок для пиття непридатні, використовуються для зрошення городів і господарчо-побутових потреб, споруджені на річках ставки використовуються для риборозведення.

Річки Кучурган, Ягорлик, Окна, Білочі є лівими притоками 1-го порядку р. Дністер у його нижній частині. За своїм режимом вони відносяться до річок східноєвропейського типу. Води річок використовуються промисловими та сільськогосподарськими підприємствами. В басейнах цих річок можливий значний розвиток рекреації та промислове риборозведення.

Річки Великий Катлабух, Великий Ялпуг та Кіргиж-Китай живлять своїми водами Придунайські озера: Катлабух, Ялпуг та Китай відповідно. За своїм режимом вони належать до річок східноєвропейського типу. Живлення рік переважно снігове. Вода річок використовується для зрошення прилеглих полів, а також для промислового розведення риби. В басейнах річок можливий значний розвиток рекреації. Характеристики річок та їх водозборів подані у табл. 1.

Таблиця 1.

**Характеристики малих річок
Північно-Західного Причорномор'я та їх водозборів**

Назва річки	Площа водозбору, км ²	Довжина річки, км	Середній уклон, ‰	Залісненість, %	Розораність, %
Алкалія	653,0	67,0	1,7	-	-
Когильник	3910,0	221,0	1,1	16,00	60
Сарата	1250,0	119,0	1,8	10,00	65
Хаджидер	894,0	94,0	1,7	≤ 1,00	91
Кучурган	2090,0	119,0	1,6	0,57	59
Ягорлик	1232,0	81,9	1,7	6,90	65
Окна	267,0	35,7	5,5	23,70	65
Білочі	236,5	36,3	5,7	5,50	65
Великий Катлабух	536,0	48,0	2,6	-	-
Великий Ялпуг	3180,0	260,0	1,1	-	-
Кіргиж-Китай	725,0	64,0	-	-	-

Методи дослідження та вхідні матеріали. Для оцінки якості поверхневих вод використовувався гідрохімічний індекс забруднення води (ІЗВ) модифікований [1], в якому частина показників є постійною, а в якості інших беруть показники з найбільшим відношенням до ГДК так, щоб загальна кількість показників дорівнювала шести. При розрахунках ІЗВ модифікованого використовувались біохімічне споживання кисню БСК₅ і азот амонійний (NH₄⁺) в якості обов'язкових показників та чотири показники з найбільшим відношенням до ГДК із списку: розчинений кисень, азот нітратний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, кремній, хлор, магній, марганець, мідь, цинк, залізо загальне, сульфати, фосфати, СПАВ.

В залежності від обчисленого значення ІЗВ виділено 7 класів забрудненості вод. Методика обчислення ІЗВ бере за основу хімічні речовини — показники антропогенного забруднення води. Ця оцінка дозволяє прослідкувати динаміку якості води в часі та рівень антропогенного навантаження на водну екосистему річки.

Для оцінки якості води річок на основі ІЗВ модифікованого були використані дані спостережень за хімічним складом води Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Одеській області за період 2002-2011 рр.

Результати дослідження. Результати досліджень якості води річок за ІЗВ модифікованим представлені у табл. 2 і 3.

Якість води малих річок басейну Чорного моря — Алкалія, Когильник, Сарата, Хаджидер — за період 2004-2011 рр. мала тенденцію до зростання значень ІЗВ, а отже — до зниження якості води для всіх чотирьох річок. Найкраща якість води по всіх річках спостерігалась у 2004 р., окрім р. Когильник, вода якої у 2004 р. була найгіршої якості. За даний період найгірша якість води спостерігалась у р. Хаджидер.

У річок Сарата та Алкалія спостерігається тенденція до збільшення значень ІЗВ за досліджуваний період, тобто погіршення якості води у річках на протязі семи років. Слід відмітити, що у 2012 році відсутні дані вимірювань, так як річки знаходились у пересохлому стані на момент відбору проб. Максимальне значення ІЗВ для річки Сарата спостерігалось у 2008 році і складає 11,7, для річки Алкалія — 13,4 у 2010 році.

У річки Когильник спостерігається позитивна динаміка якості води протягом досліджуваного періоду, так у 2004 році воду цієї

річки можна було віднести до класу надзвичайно брудної (ІЗВ>10), а у 2012 році значення ІЗВ склало 4,5, що дозволило віднести воду цієї річки до класу брудної, тобто можна констатувати покращення якості води у річці за досліджуваний період.

Таблиця 2.

Динаміка середньорічних значень ІЗВ модифікованого для малих річок Північно-Західного Причорномор'я

Назва ріки	Середньорічні значення ІЗВ (модифікованого)									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Алкалія	-	-	3,38	4,98	4,47	5,81	4,94	3,15	13,43	4,19
Когильник	-	-	10,10	4,05	4,00	5,71	3,00	3,80	5,13	4,24
Сарата	-	-	5,18	4,72	5,67	3,68	11,66	8,64	8,39	5,93
Хаджидер	-	-	6,67	23,18	7,49	48,51	17,19	25,50	14,09	17,21
Кучурган	3,70	2,42	3,33	5,13	2,73	3,29	3,02	3,99	3,42	4,11
Ягорлик	-	1,60	1,53	2,26	1,35	1,55	2,33	1,70	2,22	2,27
Окна	6,10	4,48	3,41	3,21	5,14	3,14	6,10	-	2,10	3,49
Білочі	1,67	1,90	2,66	2,36	1,86	2,84	1,88	1,52	1,83	1,67
В.Катлабух	-	3,90	2,83	-	3,64	-	-	-	-	-
В.Ялпуг	-	2,31	2,80	-	3,58	8,78	4,95	7,16	4,32	-
Кіргиж-Китай	-	1,38	2,87	3,05	4,00	5,86	-	9,41	2,67	-

Таблиця 3.

Повторюваність (%) класів забруднення води за методикою ІЗВ модифікованого для малих річок Північно-Західного Причорномор'я

Назва ріки	Класи забруднення/ Повторюваність, %						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Алкалія	0	0	4	52	24	12	8
Когильник	0	0	3	50	20	17	10
Сарата	0	0	0	15	44	26	15
Хаджидер	0	0	6	3	9	29	53
Кучурган	0	0	14	57	20	9	0
Ягорлик	0	0	0	85	9	6	0
Окна	0	0	26	42	22	10	0
Білочі	0	3	82	6	9	0	0
В.Катлабух	0	0	20	50	30	0	0
Великий Ялпуг	0	0	25	46	17	8	4
Кіргиж-Китай	0	0	13	35	26	19	7

Якість води р. Когильник змінювалась скачкоподібно і найбільших значень ІЗВ досягала у 2007 р., тобто в цьому році спостерігалась найнижча якість води, що відносилась до класу брудної. На протязі всіх років найгірша якість води з усіх річок спостерігалась у р. Хаджидер. Найбільших значень ІЗВ сягнуло у 2007, 2009 рр., коли вода відносилась до класу дуже брудної.

Аналіз табл. 3 показує, що для р. Когильник, у 50 % випадків, вода відноситься до класу забрудненої. До цього ж класу забрудненості відноситься і вода, що тече у річці Алкалія з повторюваністю 52 %. Згідно з повторюваністю 44 %, воду річки Сарата слід віднести до класу брудної, а що стосується річки Хаджидер, то її вода належить VII класу (надзвичайно брудна) з повторюваністю у 53 % випадків.

Аналіз показує, що вода малих річок Північно-Західного Причорномор'я за досліджуваний період частково відноситься до класу забрудненої, брудної та надзвичайно брудної, тобто така вода не придатна для рибогосподарського використання.

Найбільший вклад у забруднення малих річок Північно-Західного Причорномор'я внесли такі речовини, як сульфати, хлориди, магній, СПАР. Великий вміст цих речовин може бути пов'язаний з діяльністю КП "Водоканал" у м. Арциз на р. Когильник. У р. Алкалія підвищена концентрація речовин у воді пов'язана з періодичним підтопленням сільськогосподарських угідь та прилеглих територій річкою, в результаті активної незбалансованої водогосподарської діяльності, зрошення земель, забудова території без належної інженерної підготовки, засипка ярів та балок і т.д. Наявність забруднюючих речовин у воді р. Сарата і р. Хаджидер зумовлена сільськогосподарською діяльністю, а також погіршенням роботи каналізаційних очисних споруд [2].

Із малих річок басейну Нижнього Дністра найбільше забруднення води мають р. Окна та р. Кучурган, середнє значення ІЗВ модифікованого яких за даний період становить 3,72 та 3,69 відповідно. Найменше значення показника ІЗВ (1,9) має р. Ягорлик. Середнє значення ІЗВ р. Білочі за період 2002-2012 рр. становить 2,06 (табл. 2).

Результати розрахунків якості води (табл. 3) показують, що вода р. Білочі у 3 % випадків характеризується як чиста, у 82 % — як помірно забруднена, у 6 % — як забруднена, у 9 % — як брудна. Для р. Кучурган у 14 % — характеризується як по-

мірно забруднена, у 57 % — як забруднена, у 20 % — як брудна, у 9 % — як дуже брудна. Для р. Окна у 26 % — характеризується як помірно забруднена, у 42 % — як забруднена, у 22 % — як брудна, у 10 % — як дуже брудна. Для р. Ягорлик у 85 % — характеризується як помірно забруднена, у 9 % — як забруднена, у 6 % — як брудна.

Зміна якості води в річках Кучурган, Ягорлик, Окна, Білочі за багаторічний період показує, що найбільше забруднення води має р. Кучурган — в 50 % випадків — вода має 4 клас якості — забруднена, в 7 % — вода 5 класу — брудна. Найчистіша з цих річок — Білочі — в ній у 41 % випадків вода була помірно забруднена, у 7 % — брудна. Тобто для рибогосподарського використання вода у більшості випадків не придатна.

Спрямованість процесів, що проходять на досліджуваних басейнах малих річок Нижнього Дністра зумовлюють загальну екологічну обстановку, яка в даний час оцінюється від задовільної (р. Білочі) до несприятливої (р. Кучурган). Всі басейни річок піддаються зростаючому антропогенному навантаженню, яке виражається високим ступенем розораності водозборів, інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва та зростання обсягів внесення мінеральних добрив і отрутохімікатів на гектар ріллі, недотримання зростаючих природоохоронних вимог до сільськогосподарського виробництва, наявністю потужних джерел забруднення у вигляді зливових стоків промзон м. Кодима, пгт Червоні Окна та інших населених пунктів, відсутністю мереж централізованого водопостачання та каналізації в населених пунктах, що розташовані вздовж річок [2].

Природний чинник високих уклонів схилів посилює процеси руйнування ґрунту, особливо у верхніх частинах водозборів і поширення забруднювальних речовин при схиловому стоці води [2].

Динаміка якості води в річках Великий Катлабух, Великий Ялпуг та Кіргиж-Китай за багаторічний період показує, що найбільше забруднення води має р. Кіргиж-Китай — в 35 % випадків — вода має 4 клас якості — забруднена, в 6 % — вода 7 класу — надзвичайно забруднена. Найменше забруднення з цих річок має Катлабух — в ній в 50 % випадків вода була забруднена, в 30 % — брудна, та у 20 % — помірно забруднена (табл. 3). У забруднення води найбільший вклад внесли хлориди, сульфати, ХСК та магній. Так, протягом 2007 р. у р. В. Ялпуг показник

хімічного споживання кисню (ХСК) перевищував граничнодопустиму концентрацію (ГДК) в 6-15 разів, що свідчить про наявність важко окислювальних органічних забруднень. Крім того, спостерігалось перевищення ГДК по БСК₅ в 2-12 рази, нітратам — 1,7 рази, амонію — 1,3 рази. Протягом 2008 р. у р. В. Ялпуг спостерігалось перевищення по: БСК₅ у 2,4-5,6 рази; ХСК — 1,9-9 разів; нітриту там — 5-15 рази; СПАР — 2,4-4рази.

Проблемними питаннями у відносинах між Республікою Молдова та Одеською областю є періодичні скиди забруднювальних речовин у транскордонні водотоки — річки В. Ялпуг і Киргиз-Китай. На території Республіки Молдова скид стічних вод у р. В. Ялпуг здійснює Камратський нафтопереробний завод без належного очищення, у р. Киргиз-Китай часто здійснюється несанкціонований скид забруднювальних речовин в районі с. Твардиця (Молдова) [2].

Висновок. За результатами аналізу розрахунків можна сказати, що вода малих річок Північно-Західного Причорномор'я за досліджуваний період відноситься до класу від помірно забрудненої до надзвичайно брудної води, тобто така вода не придатна для використання її для рибогосподарських потреб населення.

Література

1. Васенко А. Г., Афанасьев С. А. Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днестра на территории Украины. — К.: Академ-периодика, 2002. — 355 с.
2. Екологічний паспорт регіону за 2005-2009 рр. Одеська область / Інтернет ресурс www.menr.gov.ua.

*О. Сенькова,
Г. Коломеец*

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В 2013 Г.

Озимые культуры

Осенью 2012 года почвенная засуха на территории Одесской области наблюдалась в сентябре и первой половине октября. На 64 % площадей, предназначенных под посев озимых культур урожая 2013 года, запасы продуктивной влаги в пахотном слое

почвы были меньше 10 мм. На 25 % площадей они составляли 12-17 мм и оценивались как недостаточные. Лишь на 11 % площадей увлажнение пахотного слоя почвы (21-30 мм) обеспечивало нормальное произрастание озимых культур. Несмотря на сложные агрометеорологические условия, к севу озимых культур в хозяйствах области приступили в третьей декаде сентября. Массовый сев проводился в первой декаде октября. По состоянию на 11 октября было засеяно 65 % планируемой площади. В целом сев проводился на 10-24 дня позже средних многолетних дат.

После продолжительного периода сухой погоды во II декаде октября прошли эффективные дожди, которые способствовали пополнению запасов продуктивной влаги в почве, на ряде площадей существенно. На 18 октября в пахотном слое почвы в зависимости от количества осадков они составляли в основном 13-28 мм, местами — 35-39 мм. На ряде площадей в юго-западных районах из-за чрезмерной сухости почвы в предыдущий период выпавших осадков было недостаточно, и увлажнение пахотного слоя почвы по-прежнему оставалось неудовлетворительным — 3-6 мм. Только благодаря дождям, наблюдавшимся в третьей декаде октября, почвенная засуха прекратилась повсеместно.

Из-за позднего сева и недостатка полезной влаги в почве в третьей декаде сентября и первой декаде октября развитие озимых культур проходило на 2-3 недели позже средних многолетних дат. На площадях, засеянных 22 сентября — 10 октября, всходы появились 8-16 октября, а к 20 октября образовался 3-й лист. На поздних посевах (11-16 октября) всходы наблюдалась 24-31 октября, в конце первой декады ноября появился 3-й лист.

В I половине ноября оптимальный температурный режим и достаточное увлажнение почвы на большинстве площадей способствовало интенсивной вегетации озимых культур. В то же время, несмотря на повышенный температурный режим, развитие их по-прежнему проходило на 2-3 недели позже обычных сроков. Кущение и формирование узловых корней у растений в большинстве районов началось 9-14 ноября. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы в это время в основном составляли 21-36 мм. На ряде площадей с удовлетворительным увлажнением почвы (11-18 мм) и неблагоприятных условий в предыдущий период озимые культуры находились в фазе 3-го листа. Во II половине ноября слабая вегетация озимых культур наблю-

далась лишь в юго-западных районах. В северных и центральных районах 15-16 ноября по температурным условиям озимые культуры прекратили вегетацию в сроки, близкие к средним многолетним датам. По результатам осеннего обследования, проведенного метеостанциями и специализированными постами 20-24 ноября 2012 года, озимые культуры перед уходом в зиму на 50 % площади находились в фазе кущения. Кустистость составляла 1,6-2,8 стебля в среднем на одно растение, высота — 18-24 см. Состояние посевов преобладало хорошее. Растения нормально укоренились, имея 3-5 узловых корней. Узел кущения залегал на глубине 3 см. На 28 % площадей озимые культуры завершали вегетацию в фазе 3-го листа. Густота посевов составляла 380-400 растений на 1 кв. метре, высота — 10-14 см. У растений насчитывалось 1-2 узловых корня, местами из-за недостатка влаги в почве формирование узловых корней не началось. Состояние озимых культур было удовлетворительное. На 22 % площади находились посевы завершившие вегетацию в фазе всходов, изреженные, поврежденные с/х вредителями и болезнями, а также не взошедшие. В I декаде декабря температурный режим понизился. 4 декабря, на 9-12 дней позже средних многолетних дат, озимые культуры прекратили вегетацию и в юго-западных районах.

Зимний режим погоды установился 7-16 декабря в сроки, близкие к средним многолетним датам. В декабре преобладала холодная, в отдельные периоды очень холодная (на 6-12⁰ ниже нормы) погода. Минимальная температура воздуха понижалась до 16-20⁰ мороза, на поверхности снега абсолютный минимум составил 17-24⁰. В периоды сильных морозов поля в основном были укрыты снегом и минимальная температура почвы на глубине залегания узла кущения (3 см) не превышала 1-6⁰ мороза и опасности для озимых посевов не представляла. Согласно расчетам ГМЦ ЧАМ критическая температура вымерзания растений в декабре составляла для озимой пшеницы 14-16⁰ мороза, для озимого ячменя — 10-12⁰ мороза. Январь характеризовался резкими колебаниями температуры воздуха и продолжительными оттепелями. В оттепельные периоды температурный режим значительно превышал норму. Наиболее холодная погода наблюдалась в первой половине и в конце января. Минимальная температура воздуха и на поверхности снега понижалась до 11-16⁰, на севере области — 17-23⁰ мороза. Минимальная температура почвы

на глубине 3 см на полях с высотой снега 1-10 см понижалась до 6-9⁰ мороза, при высоте снега 12-20 см — 2-4⁰ мороза. Критическая температура вымерзания растений в январе составляла для озимой пшеницы 16-18⁰ и 13-14⁰ мороза для озимого ячменя. Таким образом, перезимовка озимых культур в первой половине зимы прошла благополучно и об этом свидетельствовали результаты отращивания проб, взятых с полей 25 января 2013 года метеостанциями и специализированными постами: гибели и повреждений растений не отмечалось.

В феврале преобладала необычно теплая (на 3-4⁰ выше нормы) для данного времени погода. В первой пятидневке февраля в результате интенсивных оттепелей разрушился снежный покров на полях, почва оттаяла на полную глубину. Минимальная температура почвы на глубине 3 см в феврале составила 1-2⁰ мороза. В результате преобладания оттепельной погоды понизилась морозоустойчивость озимых культур. Критическая температура вымерзания растений для озимой пшеницы повысилась до 12-13⁰ мороза, для озимого ячменя — 11-12⁰ мороза. По данным отращивания проб озимых культур, взятых с полей 20 февраля 2013 года, повреждений и гибели растений не обнаружено.

Весенние процессы в 2013 году, связанные с устойчивым переходом температуры воздуха через 0⁰ к положительным значениям, начались на 3-4 недели раньше средних многолетних дат. В первой и второй декадах марта очень теплая погода способствовала более интенсивному развитию весенних процессов. В период 12-20 марта на большинстве площадей (кроме северных районов) озимые культуры возобновили вегетацию, что на 4-9 дней раньше средних многолетних дат.

23 марта на территории Одесской области резко похолодало. Среднесуточная температура воздуха понизилась до 2-7⁰ мороза. 27-28 марта на полях образовался снежный покров высотой 1-7 см. Почва с поверхности промерзла до 2-9 см. Минимальная температура воздуха и на поверхности почвы понижалась до 7-11⁰ мороза, температура почвы на глубине 3 см — 1-4⁰ мороза. Сложившиеся погодные условия были крайне неблагоприятными для активно вегетирующих растений.

С 29 марта начался интенсивный прогрев воздуха. 30-31 марта осуществился устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через +5⁰ к более высоким значениям. В результате

повсеместно началась активная вегетация озимых культур. На посевах завершивших осеннюю вегетацию в фазе всходов в это время появился 3-й лист. На площадях, где перед уходом в зиму отмечался 3-й лист, 31 марта — 2 апреля началось кущение. По результатам весеннего обследования, проведенного 2-4 апреля, на 89 % площади озимые культуры находились в хорошем и удовлетворительном состоянии. На одном квадратном метре насчитывалось 650-1200 стеблей. На посевах, раскустившихся осенью, кустистость составляла 2,3-4,1 стебля, при весеннем кущении — 1,5-2,0 стебля в среднем на одном растении. Высота растений составляла 12-18 см, местами — 22-23 см. На ряде площадей, в результате неблагоприятных условий в третьей декаде марта, у растений наблюдалось пожелтение листьев, местами гибель наземной части и корневой системы. Запасы продуктивной влаги на начало вегетации озимых культур (18 марта) на большинстве площадей были удовлетворительные и составляли в метровом слое почвы 131-150 мм. На ряде площадей они были недостаточными для формирования оптимального стеблестоя — 105-120 мм.

Благоприятные погодные условия для вегетации озимых культур наблюдались в первой половине апреля. 22-28 апреля у растений появились нижний узел соломины над поверхностью почвы в сроки близкие к средним многолетним датам. Высота растений от поверхности почвы до отгиба верхнего листа составляла 8-18 см. На 1 кв. метре общее число стеблей составляло 600-1265. В колосе главного стебля насчитывалось 14-19 колосков.

В период роста стебля и формирования продуктивного стеблестоя (III декада апреля — I декада мая) агрометеорологические условия были крайне неблагоприятными в результате установления необычно теплой (на 5-6° выше нормы) для данного времени и сухой погоды. Из-за отсутствия осадков и значительного расхода влаги растениями запасы продуктивной влаги на 28 апреля на большинстве площадей уменьшились до 102-127 мм и оценивались как удовлетворительные. На ряде площадей они составляли 84-93 мм (недостаточные), а местами не превышали 64-65 мм (неудовлетворительные). В первой декаде мая в результате сохранения сухой погоды на 8 мая (накануне колошения) запасы влаги уже на большинстве площадей были недостаточными — 80-94 мм, местами уменьшились до критических значений — 45-46 мм. Высокие дневные температуры воздуха (28-30°) и

почвы (50-59⁰), низкая относительная влажность воздуха (30 % и менее), недостаточная влагообеспеченность посевов угнетали растения, наблюдались преждевременное пожелтение листьев нижнего яруса, слабая динамика роста.

В то же время в результате интенсивного нарастания эффективного тепла развитие озимых хлебов проходило на 7-14 дней раньше средних многолетних дат. Теплая солнечная погода способствовала дружному колошению и цветению злаков. На большинстве площадей массовое колошение наблюдалось 10-18 мая. Высота растений до конца колоса составляла 41-87 см. На одном кв. метре насчитывалось колосоносных стеблей 400-840, в одном колосе — 15-17 развитых и 2-3 недоразвитых колоска. Цветение злаков началось через 2-4 дня после колошения — 12-20 мая. Состояние озимых хлебов преобладало удовлетворительное и хорошее.

Вторая половина мая характеризовалась выпадением ливневых осадков различной интенсивности. В зависимости от количества выпавших осадков запасы влаги в метровом слое почвы находились на уровне достаточных для нормального колошения и цветения — 83-99 мм и удовлетворительных — 64-75 мм. На части площадей они были критическими — 33-48 мм. В III декаде мая из-за недобора эффективных осадков наблюдалось увеличение площадей с недостаточным (44-58 мм) и критическим (23-29 мм) увлажнением метрового слоя почвы. И только местами достаточное содержание полезной влаги в почве (81-94 мм) обеспечивало нормальное формирование зерновок.

В последней пятидневке мая на части площадей у озимых культур наблюдалась молочная спелость. Повсеместно эта фаза развития наступила в I декаде июня, что на 1-2 недели раньше обычных сроков. Умеренно теплая с осадками погода в это время способствовала формированию урожая озимых хлебов. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в основном сохранялись на уровне достаточных — 87-100 мм и удовлетворительных — 44-76 мм. На ряде площадей влагообеспеченность посевов по-прежнему оставалась недостаточной для нормального налива зерна — 32-37 мм. Высота растений на дату молочной спелости на большинстве площадей составляла 61-95 см, число колосоносных стеблей — 500-800, длина колоса — 7-8 см. В колосе насчитыва-

лось 16-18 развитых и 2 недоразвитых колоска. Число зерен в колосе составляло 34-40, местами не превышало 25-26.

Наиболее благоприятные агрометеорологические условия наблюдались в период молочно-восковой спелости. Увлажнение почвы было оптимальным (70-90 мм), на ряде площадей — избыточным (100-150 мм). Однако урожаем озимых хлебов был уже сформирован и продуктивного влияния эти запасы влаги не оказывали.

Созревание озимых хлебов в связи с повышенным температурным режимом также проходило раньше обычных сроков — на 9-13 дней. Восковой спелости озимые культуры достигли 12-20 июня, полной спелости — 24-30 июня.

Уборка урожая проводилась в период 26 июня — 10 июля. Условия для уборки в последней пятидневке июня — первой пятидневке июля из-за дождливой погоды были неблагоприятными. В результате ливневых осадков, местами очень сильных, града, шквалистого ветра на ряде площадей наблюдались полегание, повреждения и гибель посевов.

Во второй пятидневке июля с прекращением дождей и повышением температурного режима, дефицита влажности воздуха условия для уборки урожая озимых хлебов улучшились.

Ранние яровые зерновые культуры (ячмень)

Март текущего года характеризовался крайне неустойчивой с резкими перепадами температуры воздуха и недобором осадков погодой. Устойчивый переход температуры воздуха через +5⁰ к более высоким значениям произошел лишь 30-31 марта, что на 9-19 дней позднее обычных сроков.

Сев ранних яровых зерновых культур проводился во второй декаде марта и в первой пятидневке апреля, в основном в сроки близкие к средним многолетним датам. Запасы продуктивной влаги в почве под яровым ячменем по состоянию на 8 апреля составляли в пахотном слое 22-32 мм и были достаточными для появления дружных всходов.

В апреле преобладала умеренно теплая с недобором осадков погода. Условия для произрастания ранних яровых зерновых культур в I и II декадах были в основном удовлетворительными. В III декаде апреля, вследствие интенсивного повышения температурного фона и отсутствия осадков, условия для роста и развития ярового ячменя ухудшились. На большинстве площадей происходило иссушение верхних слоев почвы и уменьшение

полезной влаги в почве. По состоянию на 28 апреля запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы уменьшились до 4-16 мм и оценивались как недостаточные и удовлетворительные. Лишь на отдельных площадях они были достаточными для нормального укоренения растений и составляли 21-26 мм.

Всходы ярового ячменя появились в период 6-10 апреля, а 20-24 апреля у него образовался 3-й лист. Кущение и формирование вторичной корневой системы на большинстве площадей началось 28-30 апреля. Высота растений на 30 апреля составила 19-27 см. Густота посевов равнялась 290-470 растений на 1 кв.м. Состояние культуры было удовлетворительное.

В связи с сохранением необычно теплой преимущественно сухой погоды в I и II декадах мая, агрометеорологические условия для роста, развития и формирования урожайности ярового ячменя были неблагоприятными. Ливневые осадки разной интенсивности выпадали лишь местами в отдельные дни второй декады мая. Температурный режим превышал норму на 4-6°. Максимальная температура воздуха повышалась до 28-30°, поверхность почвы прогревалась до 53-62°. В большинстве районов в течение 7-8 дней минимальная относительная влажность воздуха понижалась до критических для растений значений 30 % и менее. В период 4-10 мая у ярового ячменя над поверхностью почвы появился нижний узел соломины, начался рост стебля. В результате интенсивного накопления эффективного тепла развитие культуры проходило ускоренно — на 10-12 дней раньше средних многолетних дат. Высота растений от поверхности почвы до отгиба верхнего листа составляла 8-14 см, на 1 кв. м насчитывалось 620-800 стеблей. Состояние культуры было удовлетворительное. В связи с тем, что ливневые дожди во II декаде мая носили локальный характер, и длительное отсутствие их в предыдущий период на большинстве площадей происходило дальнейшее снижение запасов полезной влаги в почве. Вследствие засушливых условий, на части площадей рост и развитие культуры задерживались, наблюдалось ухудшение состояния посевов, пожелтение листьев нижнего яруса. Местами отмечались повреждения и гибель посевов от с/х вредителей и болезней. По состоянию на 20 мая запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были недостаточными и составляли 59-85 мм, на ряде площадей они уменьшились до критических значений — 35-37 мм.

В третьей декаде мая из-за отсутствия эффективных дождей, и как следствие недостаточной влагообеспеченности посевов, условия для формирования колоса оставались сложными. Колошение ярового ячменя на большинстве площадей наступило 22-28 мая, что на 6-11 дней раньше средних многолетних дат. Высота растений на дату массового колошения составляла 58-67 см. На 1 кв.м. насчитывалось 570-760 стеблей с колосом. Число развитых колосков в колосе составило 23-24, местами не превысило 14, недоразвитых — 2-3. На ряде площадей посевы были низкорослые (40 см), наблюдалась пустоколосица.

В первой декаде июня с преобладанием умеренно теплой погоды, повышением влажности воздуха и выпадением осадков агрометеорологические условия для произрастания культуры несколько улучшились, однако существенного влияния на формирование урожайности уже не оказывали. По состоянию на 10 июня запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на преобладающей части посевных площадей были удовлетворительными, местами недостаточными для полноценного налива зерна и составляли 35-63 мм.

Молочная спелость ярового ячменя на большинстве площадей наступила 8-14 июня, что на одну-две недели раньше средних многолетних дат. Высота растений составила 59-75 см. Длина колоса равнялась 7-10 см. На 1 кв. метре насчитывалось 570-760 стеблей с колосом. Состояние культуры преобладало удовлетворительное, на ряде площадей из-за плохого состояния посевы убирали на зеленый корм.

Из-за интенсивного нарастания эффективного тепла во II декаде июня созревание культуры происходило ускоренно — на 7-12 дней раньше средних многолетних дат. В период 20-26 июня зерно ярового ячменя достигло восковой спелости. Полная спелость зерна наступила в последней пятидневке июня — первой пятидневке июля.

В начале I декады июля проведению уборки созревших яровых зерновых культур препятствовали сильные ливневые дожди. На части площадей из-за ливней, местами с градом в сопровождении шквала произошло полегание и повреждение посевов. В конце I декады июля с прекращением дождей повышением температуры и влажности воздуха приступили к уборке урожая ярового ячменя.

Зернобобовые культуры (горох)

Весенние процессы в текущем году развивались медленно. В результате резких колебаний температуры воздуха и возврата

холодов в марте, устойчивый переход температуры воздуха через $+5^{\circ}$ к более высоким значениям, произошел лишь 30-31 марта, что на 9-19 дней позднее обычных сроков. В среднем по области количество выпавших осадков за март составило 23 мм или 77 % месячной нормы.

Массовый сев гороха проводился в третьей декаде марта — первой пятидневке апреля в сроки близкие к средним многолетним датам. Запасы продуктивной влаги под горохом по состоянию на 8 апреля составляли в пахотном слое почвы 26-31 мм, что было достаточно для появления всходов и дальнейшего первоначального роста и развития растений.

В I и II декадах апреля преобладала умеренно теплая погода благоприятная для развития зернобобовых культур. Осадки различной интенсивности выпадали с 1 по 15 апреля. В большинстве районов количество выпавших осадков составило 10-16 мм или 45-80 % нормы. В северных и местами в юго-западных районах дожди дали 20-22 мм осадков (91-100 % нормы). По состоянию на 18 апреля запасы влаги в почве были на данном этапе развития достаточными и составляли в 0-20 см слое почвы — 25-31 мм. В III декаде апреля повышенный температурный режим и отсутствие осадков, способствовали иссушению верхних слоев почвы и, как следствие уменьшению полезной влаги. По состоянию на 28 апреля запасы влаги пахотного слоя почвы снизились до недостаточных и удовлетворительных значений — 9-17 мм. И только на отдельных площадях влагозапасы 23-24 мм обеспечивали нормальное произрастание культуры.

Всходы гороха на большинстве площадей появились 14-20 апреля, а 26-28 апреля — образовался 3-й настоящий лист, что на одну неделю позднее средних многолетних дат. Высота растений составляла 5-8 см. Густота посевов равнялась 126-208 растений на 1 кв.м. Состояние культуры было хорошее и удовлетворительное.

Агрометеорологические условия, сложившиеся в мае для роста и развития зернобобовых культур были неблагоприятными. I и II декада месяца характеризовались по-летнему теплой преимущественно сухой погодой. Ливневые дожди разной интенсивности носили локальный характер и выпадали лишь в отдельные дни второй декады. Температурный режим превышал норму на $4-6^{\circ}$. Максимальная температура воздуха повышалась до $27-30^{\circ}$, поверхность почвы прогревалась до $54-62^{\circ}$. В большинстве райо-

нов в течение 7-8 дней периода отмечалась низкая для растений минимальная относительная влажность воздуха (30 % и менее). По состоянию на 18 мая запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составляли 72-78 мм и оценивались как недостаточные для формирования полноценного урожая культуры.

Соцветия у гороха появились в период 10-16 мая, а 18-20 мая у культуры началось цветение, что на 5-9 дней раньше средних многолетних дат. Высота растений на дату массового цветения составляла 35-48 см, густота — 126-208 растений на 1 кв. метре. В результате интенсивного нарастания эффективного тепла в третьей декаде мая цветение гороха завершилось раньше средних многолетних дат на полторы-две недели — 24-31 мая.

В первой половине июня с преобладанием теплой погоды, повышением влажности воздуха и выпадением осадков агрометеорологические условия для формирования бобов и налива зерна улучшились. Созревание гороха наступило 14-20 июня, что на 7-11 дней раньше обычных сроков. По данным наблюдений метеостанций и постов у гороха к этому времени сформировалось в среднем на одно растение 2-5 боба. Состояние культуры преобладало удовлетворительное. На ряде площадей в результате сильных ливней в сопровождении шквала произошло полегание посевов, а также повреждение их сельскохозяйственными вредителями и болезнями. Состояние таких посевов было плохое.

К уборке гороха приступили в третьей декаде июня, однако в первой пятидневке июля из-за выпадения сильных осадков и избыточного увлажнения почвы уборочные работы приостанавливались и к концу декады возобновились снова.

*В. Г. Ильина,
О. І. Чернякова*

ОЦІНКА ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ҐРУНТАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розвиток деградаційних процесів в природі (ерозія ґрунтів, їх вторинне засолення) є наслідком втрати агроєкосистемами їх природної стійкості в умовах антропогенних навантажень. Під їх тиском агроєкосистеми стають нездатними зберігати свою еволюційно-збалансовану структуру та врівноважені динамічні тенденції і зазнають при цьому змін, які здебільшого вкрай неба-

жані для господарського використання території, а також і для здоров'я населення. Запорукою раціонального використання земель є розробка такої його стратегії та прийняття таких тактичних рішень, які б забезпечували підтримку стійкості агроекосистем в умовах антропогенного тиску на них.

Ерозія ґрунтів є головним деградаційним процесом у сучасних агроландшафтах, який завдає величезної екологічної та економічної шкоди. Негативні наслідки прояву ерозії стосуються не тільки ґрунтового покриву, але й інших компонентів ландшафту — рельєфу, рослинного покриву, поверхневих та ґрунтових вод, біоти. Кінцевим результатом ерозійної діяльності є утворення пустелеподібних малопродуктивних ландшафтів. Отже, проблема ерозії ґрунтів є не тільки економічною, але й комплексною географічною та екологічною.

Виконані у статті дослідження стосуються оцінки умов формування ґрунтового покриву Одеської області під впливом ерозійних процесів. Також розглядаються питання зміни деградаційних процесів в умовах Одеської області, які відбулися за десять років (2000-2009 роки).

Основними задачами, які вирішувалися у рамках роботи, є розрахунок та аналіз допустимих норм ерозії для різних типів ґрунтів, розповсюджених в Одеській області, з урахуванням особливостей сільськогосподарського виробництва та ступеня змитості схилів.

Вирішальне значення в процесі водної ерозії відіграє формування поверхневого стоку і його гідравлічні характеристики. Однак при зливовій ерозії руйнування ґрунтових агрегатів, відділення їх від основної маси ґрунту починається ще до виникнення поверхневого стікання внаслідок динамічної дії крапель дощу на поверхню ґрунту.

Властивості ґрунту істотно впливають на інтенсивність водної ерозії. Водопроникність ґрунту та його стійкість до руйнівної дії водного потоку і падаючих крапель значною мірою визначають характер та інтенсивність співвідношення “ґрунтоутворення — ерозія” як у кожній точці конкретного схилу, так і на значних площах ерозійно-небезпечних земель.

Основні розрахункові формули, які були використані для оцінки ерозійних процесів ґрунтів Одеської області, наведені у [1].

Зміну потужності гумусового горизонту ($H_z(t)$, мм) у часі (t , роки) описано рівнянням

$$H_z(t) = Q^{2.1} [0,00051 - k \cdot \exp(\lambda t)] , \quad (1)$$

де Q — річні енергетичні витрати на ґрунтоутворення, ккал/см²; k і λ — параметри ґрунту.

Для чорноземів і темно-каштанових ґрунтів України $\lambda = 0,00027$, а величина k змінюється від 0,00039 до 0,00044. Річні енергетичні витрати на ґрунтоутворення розраховуються за формулою

$$Q = R \cdot \exp(-18,8 \cdot R^{0,73} / P) , \quad (2)$$

де R — радіаційний баланс, ккал/(см²·рік); P — річна сума опадів, мм.

Якщо диференціювати (1) по t , то можна розрахувати залежність для визначення швидкості утворення гумусового горизонту в природних умовах (G , мм/рік), яка після необхідних перетворень матиме такий вигляд

$$G = \lambda \cdot (1,3 \cdot Q^{2.1} - H_z(0)) , \quad (3)$$

де $H_z(0)$ — вихідна потужність гумусового горизонту, мм.

Утворення гумусового горизонту на схилах істотно відрізняється від цього процесу на рівнинних ділянках, описаних рівнянням (1). Рельєф є чинником в перерозподілі енергії і речовини, що впливає на тепловий і водний режими ґрунтів [1].

Параметр P (середня багаторічна кількість опадів) в (2) характеризує вплив зволоження ґрунту на процес утворення гумусового горизонту. Його зміна за рахунок рельєфу виражатиметься в зміні вологості ґрунту (внаслідок втрат вологи з поверхневим і внутрішньоґрунтовим стоком, а також зміни величин випарування на схилах різної експозиції). Побічно цей параметр повинен враховувати вплив бічного внутрішньоґрунтового стоку на процес формування ґрунтового профілю, зокрема на вимивання органічних і мінеральних сполук і колоїдної фракції ґрунтів. Зміна запасів вологи на схилах різної експозиції [1] показує, що:

$$P_c = P_0 \cdot (W_c / W_0) , \quad (4)$$

$$W_c = \gamma \cdot k_r \cdot W_0 + (L / \sqrt{I}) , \quad (5)$$

$$k_r = S_c / S_0 , \quad (6)$$

де P_c — запаси вологи на схилі; P_0 — кількість опадів на ділянці, мм; W_c — запаси вологи у метровому шарі ґрунту на схилі; W_0 — запаси вологи у метровому шарі ґрунту; γ — параметр, який для північних схилів дорівнює 1, а для південних 0,95; L — довжина схилу, м; I — нахил; S_c, S_0 — кількість опадів на схилі та на розрахунковій ділянці.

Величина W_0 легко визначається за матеріалами Гідрометслужби. Підставляючи значення P_c , розраховане за формулою (4) замість i і P в (2), можна отримати величини річних енергетичних витрат на утворення гумусового горизонту ґрунтів на схилах різної експозиції, довжини і крутизни.

Рівняння (1) при відносно постійній дії кліматичної складової, гранулометричного складу, значення рН ґрунтового розчину, біохімічного складу рослинних залишків, по суті, описує лише швидкість одного процесу. А саме, швидкість процесу сорбування гумусових частинок поверхнею ґрунтоутворюючої породи і одночасне розкладання алюмоферросилікатних мінералів. З часом сумарна поверхня частинок ґрунтового субстрату зменшується, швидкість процесу відбору і закріплення найбільш стійких гумусових речовин — гумінових кислот затухає, ґрунт досягає стану відносної стійкості. За цей період зростає гумусовий горизонт, нижня межа якого визначається ступенем інтенсивності мікробіологічної діяльності і кількістю придатних для гуміфікації рослинних залишків [2].

Розглянемо *результати досліджень*. Для перших двох рівнів агротехніки для розрахунку бралися середні багаторічні норми внесення гною 7 і 4 т на гектар площі. Враховувалося також зниження врожайності сільськогосподарських культур на змитих ґрунтах. Розрахунки проводилися по сівозмінах, що рекомендувалися для Одеської області. Усереднені результати розрахунків для різних типів ґрунту, наведені в табл. 1.

Розрахунки за рівнянням (1) і дані (табл. 1) показують, що швидкість утворення гумусового горизонту при однакових рівнях використання агротехніки зростає в міру збільшення еродованості ґрунтів. Значний вплив на швидкість утворення гумусового горизонту мають рівень агротехніки і тип сівозмін. Збільшення кількості органічної речовини також стимулює зростання швидкості утворення гумусового горизонту еродованих ґрунтів.

Таблиця 1.

Допустимі норми ерозії для ґрунтів Одеської області(т/га)
(чисельник — північна експозиція, знаменник — південна експозиція)

Ґрунти	Ступінь змитості	Польові сівозміни			Кормові сівозміни (ґрунтозахисні)		
		рівень використання агротехніки					
		високий	середній	низький	високий	середній	низький
Чорноземи звичайні	незмиті	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1
	слабозмиті	0,3/0,2	0,3/0,2	0,1/0,1	0,4/0,3	0,3/0,2	0,2/0,1
	сильнозмиті	1,1/0,9	0,7/0,6	0,2/0,1	1,2/0,9	0,9/0,8	0,4/0,3
Чорноземи південні	незмиті	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1
	слабозмиті	0,6/0,3	0,5/0,3	0,1/0,1	0,7/0,3	0,5/0,3	0,2/0,1
	сильнозмиті	1,1/0,8	0,8/0,6	0,2/0,1	1,2/0,8	1,0/0,7	0,3/0,2
Темно-каштанові	незмиті	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1
	слабозмиті	1,0/0,6	0,8/0,5	0,2/0,2	1,1/0,6	0,9/0,5	0,4/0,2
	сильнозмиті	1,2/0,9	0,9/0,8	0,3/0,2	1,3/0,9	1,1/0,8	0,4/0,3

Факт зміни темпів утворення гумусового горизонту еродованих ґрунтів в залежності від кількості органічної речовини, яка надходить в ґрунт, має фундаментальне значення для вирішення проблем протиерозійного облаштування агроландшафтів [3]. Він передбачає регулювання співвідношення “ерозія — утворення гумусового горизонту (допустимої норми ерозії)” не лише за рахунок впровадження протиерозійних заходів, але і за рахунок стимуляції темпів ґрунтоутворення шляхом внесення в ґрунт високих доз органічних добрив і надходження рослинних залишків, які, очевидно, залежать від рівня врожайності. А тому всі способи, які направлені на підвищення врожайності сільськогосподарських культур — внесення мінеральних добрив, впровадження сучасних методів захисту рослин від шкідників і бур’янів, якісне виконання агротехнічних прийомів є ґрунтозахисними заходами, які підвищують величину допустимої норми ерозії. Аналогічним прийомом слід вважати зрошувальну меліорацію, проте, її вплив на величину допустимої норми ерозії дуже специфічний.

Вплив зрошувальної меліорації на сучасний ґрунтоутворний процес багатогранний і різноплановий. Для оцінки допустимої норми ерозії при протиерозійній меліорації зрошуваних схилів, необхідно набути нових значень енергетичних витрат на ґрунтоутворення (Q) та інші середні багаторічні кількості органічних залишків, що надходять в ґрунт (M).

Що стосується енергетичних витрат, то під впливом зрошування сильно змінився один з провідних чинників педогенезу — клімат, в який включаються опади разом з їх хімічним складом і промениста енергія Сонця. Об'єми опадів за рахунок зрошування збільшуються. Відносно величин променистої енергії Сонця — радіаційний баланс на зрошуваних ділянках істотно збільшується порівняно з суходільними аналогами. Головну роль в підвищенні значень радіаційного балансу на зрошуваних ділянках відіграють зниження температури ґрунту і зміна альбедо. Збільшення радіаційного балансу на зрошуваних землях півдня України в залежності від структури сівозмін коливається в межах 19-31 %. Підстановка цих надбавок, а також нової кількості опадів (в середньому 550-700 мм) у формулу (5) дозволяє знайти величину енергетичних витрат на ґрунтоутворення на зрошуваних землях.

Значна енергетична дотація за рахунок зрошування приводить до зростання врожайності сільськогосподарських культур, а отже, і виходу кількості рослинних залишків, які надходять в ґрунт. В умовах зрошування, особливо на високому рівні використання агротехніки, об'єми органічної речовини, що надходить в ґрунт, наближаються до щорічного опадання цілинної рослинності. Середня багаторічна кількість рослинних залишків і органічних добрив, перерахованих за біохімічним еквівалентом до цілинного опадку, дорівнює на високих зрошуваних агротехнічних фонах 10-12 т/га за рік. Результати розрахунків допустимої норми ерозії з новими значеннями енергетичних витрат на ґрунтоутворення і кількістю органічної речовини, приведені в табл. 2.

По рівняння цих результатів з даними по допустимій нормі ерозії для незрошуваних умов для аналогічних ґрунтів і рівнів агротехніки показує, що зрошувальна меліорація досить сильно стимулює ґрунтоутворний процес. Як показують розрахунки, в цілому надбавка G складає для південних чорноземів 0,1-1,4 т/га, для темно-каштанових 0-1,6 т/га в залежності від експозиції схилу, міри змитості і рівня агротехніки [4].

Взагалі, ефективність зрошування як ґрунтовідновлювального прийому більш рельєфно виявляється на темно-каштанових ґрунтах, чим на південних чорноземах. У посушливих районах з каштановими ґрунтами за рахунок зрошування збільшується надбавка енергетичних витрат на ґрунтоутворення, разом з цим збільшуються (відносно) і коефіцієнти гуміфікації і, звичайно ж, швидкість накопичення гумусу, його перерозподіл за профілем,

перетворення мінеральної частини ґрунту, темпи внутрішньо ґрунтового вивітрювання і т.п. У більш вологих північних районах, цей ефект виявляється слабкіше. Цей висновок торкається також і більш вологих для степових районів схилів північної експозиції. Звичайно ж, ґрунтоутворювальний ефект додаткового зволоження буде абсолютним (у діапазоні нових енергетичних витрат), якщо кількість органічних залишків і органічних добрив, в перерахунку на еквівалентну кількість цих залишків, дорівнюватиме максимально можливим (гіпотетичним умовам “зрошуваної” цілини). Отже, усіляке збільшення врожайності за рахунок зрошування, а значить, і об’єму органічної речовини, яка надходить у ґрунт, спричинятиме збільшення швидкостей утворення гумусового горизонту [5].

Таблиця 2.

Допустимі норми ерозії для зрошуваних схилових ґрунтів
Одеської області, т/га

(чисельник — південна експозиція, знаменник — північна експозиція)

Ґрунти	Ступінь змитості	Польові сівозміни			Кормові сівозміни (ґрунтозахисні)		
		рівень використання агротехніки					
		високий	середній	низький	високий	середній	низький
Чорноземи звичайні	незмиті	1,5/1,5	1,2/1,2	0,3/0,3	1,6/1,6	1,3/1,3	0,5/0,5
	слабозмиті	1,8/1,6	1,3/1,3	0,3/0,3	1,9/1,6	1,5/1,3	0,5/0,5
	сильнозмиті	2,3/2,1	1,6/1,5	0,3/0,3	2,5/2,3	1,7/1,8	0,6/0,6
Темно-каштанові	незмиті	1,7/1,7	1,3/1,3	0,3/0,3	1,9/1,9	1,5/1,5	0,6/0,6
	слабозмиті	2,4/2,2	1,8/1,6	0,4/0,4	2,6/2,3	2,0/1,9	0,7/0,6
	сильнозмиті	2,7/2,5	1,9/1,8	0,4/0,3	2,9/2,6	2,2/2,1	0,7/0,6

Виходячи із сказаного, можна зробити висновок, що ґрунто-відновлювальна ефективність зрошування для еродованих ґрунтів є, значною мірою, потенційною, і її реалізація можлива лише при досить високому рівні землеробства.

Крім цього, ерозійне районування території із застосуванням “коефіцієнту можливої ерозії” $K_{вз}$ або “узагальненим фактором ерозії” можна представити у вигляді [5]:

$$K_{ез} = \sqrt[3]{K_{np} K_e K_{зс}} \quad , \quad (7)$$

де K_{np} — коефіцієнт потенціалу рельєфу; K_e — коефіцієнт загальної еродованості схилових ґрунтів; $K_{зс}$ — коефіцієнт змитості ґрунтів.

Коефіцієнт потенціалу рельєфу визначається як відношення площі земель з ухилом більшим за 5^0 до загальної площі схилених земель. Коефіцієнт загальної еродованості — як відношення площі еродованих схилів до загальної площі схилених земель. Коефіцієнт змитості — як середня змитість ґрунтів даної території, що визначається з урахуванням площ окремих різновидів ґрунтового покриття [2].

В табл. 3 представлені значення середніх величин і коефіцієнтів варіації довжин та ухилів схилів для ландшафтних районів Одеської області, визначені за великомасштабною топографічною картою методом систематичної випадкової вибірки. Її аналіз показує, що навіть в межах відносно невеликої однорідної території, коефіцієнт варіації для довжин схилів змінюється від 0,39 до 0,72, для ухилів — від 0,37 до 0,83, маючи виражену тенденцію до збільшення з півночі на південь.

Таблиця 3.

Статистичні оцінки основних морфометричних характеристик схилів для низки ключових ділянок

Ключова ділянка	Для довжини схилів		Для ухилу схилів	
	L , м	C_{vL}	I , %	C_{vI}
Кодимський	837	0,41	8,0	0,47
Ананьївський	775	0,42	5,8	0,60
В.-Михайлівський	732	0,45	9,0	0,37
Тарутинський (північна)	636	0,39	7,8	0,49
Тарутинський (південна)	860	0,42	4,9	0,43
Роздільнянський	603	0,42	6,8	0,46
Івановський	911	0,52	2,6	0,59
Б.-Дністровський	977	0,53	2,1	0,74
Саратський	1050	0,49	2,0	0,83
Ренійський	1310	0,72	1,4	0,83
Кілійський	1927	0,62	0,7	0,70

Середньорічні ерозійні втрати ґрунту для області, розраховані за даною методикою, складають 8,4 т/га. На частку зливогого змиву припадає 7,0 т/га, що складає 83,3 % від річного.

Завершальним етапом оцінки є розбиття діапазону значень потенційної змитості на категорії на основі зіставлення розрахованих величин потенційної змитості ґрунту для кожної точки території з величинами допустимих втрат ґрунту або допустимою нормою ерозії. Для умов культурного ґрунтоутворення, ха-

рактерного для агроландшафтів, величину допустимих втрат ґрунту визначають за допомогою моделі раціонального використання ресурсів ґрунтової родючості або на підставі норм. Вживання цих підходів потребує детальних даних, що характеризують використання земель (структура посівних площ, норми внесення органічних і азотних мінеральних добрив, врожайність сільськогосподарських культур). У зв'язку з цим для фонові оцінки ерозійної небезпеки земель як допустимі втрати ґрунту доцільно використовувати зональні величини середньої швидкості формування гумусового горизонту ґрунтів різної міри змитості.

У табл. 4 наведені швидкості формування гумусового горизонту основних ґрунтів, визначені для умов, близьких до природних, які характеризують нижню межу значень допустимих втрат ґрунту — близько 0,5 (т/га) в рік для чорноземних і підзолистих ґрунтів і 0,3 т/га в рік для каштанових. Землі, для яких потенційний змив не перевищує дані значення, є ерозійно безпечними при будь-якому характері їх використання.

Таблиця 4.

Середня швидкість формування гумусового горизонту ґрунтів різної міри змитості
(у чисельнику — мм/рік, у знаменнику — т/га)

Ґрунти	Міра змитості		
	слабка	середня	сильна
Чорноземи лісостепу	0,06/0,59	0,11/1,30	0,18/2,22
Чорноземи звичайні	0,05/0,54	0,09/1,06	0,15/1,82
Чорноземи південні, темно-каштанові	0,04/0,50	0,08/0,95	0,11/1,35
Каштанові	0,02/0,27	0,05/0,55	0,07/0,88

Доцільно також ввести категорію “умовно ерозійно безпечних земель” — з потенційним змиванням ґрунту, що не перевищує 2 т/га в рік. В умовах культурного ґрунтоутворювального процесу в природно-господарських умовах України фактичні допустимі втрати ґрунту близькі до цієї величини. Проведення на цих землях навіть простих протиерозійних прийомів, таких, як оранка поперек схилу або оранка з ґрунтопоглибленням, практично повністю запобігають змиванню ґрунту.

Градації ерозійної небезпеки і відповідні їм значення потенційного змивання ґрунту, а також рекомендації щодо використання земельних ресурсів для кожної категорії земель представ-

лені в табл. 5. Їх визначення проведене з врахуванням протиерозійної ефективності різних протиерозійних прийомів. Рекомендації мають загальний характер, визначаючи обмеження використання земель за ерозійними показниками і характер протиерозійного комплексу.

Таблиця 5.

Категорії ерозійної небезпеки земель
та рекомендації щодо їх використання

Потенційний змив, т/га в рік	Ерозійна небезпека	Рекомендації по використанню земель
< 0,5	Відсутня	Обмеження у виборі культур і технологій їх обробітку за ерозійними показниками відсутні
0,5-2	Умовно відсутня	Внесення науково обґрунтованих норм органічних і мінеральних добрив, обробка і посів впоперек схилу
2-5	Слабка	Обробка і посів контурно або під допустимим кутом до горизонталей. Проведення агротехнічних протиерозійних заходів (глибока оранка, оранка з ґрунтопоглибленням, поперечне боронування)
5-10	Середня	Проведення комплексу протиерозійних заходів, що включає внесення підвищених доз органічних добрив, використання проміжних і ущільнених посівів, смугового розміщення культур, зведення до мінімуму частини просапних культур в сівозміні
10-20	Висока	Контурно-меліоративна система землеробства з використанням ґрунтозахисних сівозмін і лісомеліорації
> 20	Дуже висока	Постійне залуження багатолітніми травами; вибіркове - залісення, вживання гідротехнічних протиерозійних споруд

Землі з потенційним змиванням, що перевищує 2 т/га в рік, є ерозійно-небезпечними і потребують проведення відповідних протиерозійних заходів. В тому випадку, якщо фактичне змивання на ріллі може бути знижене до інтенсивності культурного ґрунтоутворення за рахунок використання протиерозійних властивостей сільськогосподарських культур і окремих протиерозійних заходів (2-5 т/га в рік), міра ерозійної небезпеки може бути оцінена як “слабка”. Якщо для цього потрібне зведення до мінімуму площі просапних культур і впровадження повного комплексу протиерозійних заходів (5-10 т/га в рік), ерозійна небезпека може характеризуватися як “середня”. При потенційному змиванні 10-20 т/га в рік нейтралізація ерозійної небезпеки вимагає впровадження контурно-меліоративної системи землеробства — така ерозійна небезпека є “високою”. При потенційному змиванні, що перевищує 20 т/га в рік, неможливо захистити ґрунт від ерозійного руйнування без виведення його із складу ріллі — “дуже висока” ерозійна небезпека.

Висновки. Таким чином в результаті виконаної наукової праці були запропоновані норми ерозійної безпеки для ґрунтів Одеської області різної довжини та ухилів, а також розраховані швидкості формування гумусового горизонтів для ґрунтів різної змитості, при цьому землі було віднесено до різних категорій ерозійної безпеки та надані практичні рекомендації щодо їх використання.

Література

1. Швєбс Г. И., Светличный А. А. Определение эрозийной опасности орошаемых земель // Земледелие. — 1989. — № 7. — С. 74-75.
2. Лисецкий Ф. Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов. — Белгород: Изд-во Белгород. гос. ун-та, 2000. — 304 с.
3. Каштанов А. Н., Лисецкий Ф. Н., Швєбс Г. И. Основы ландшафтного земледелия. — М.: Колос, 1994. — 128 с.
4. Булыгин С. Ю. Прогноз эрозии почв для целей проектирования почвозащитноустроенных агроландшафтов в лесостепи и степи Украины. — Х.: УНИИПА, 1989. — 40 с.
5. Константинов И. С. Защита почв от эрозии при интенсивном земледелии. — Кишинев: Штиинца, 1987. — 240 с.
УДК 504.75.05

*Н. В. Грабко,
Н. М. Фролова*

ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НА ХВОРОБИ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ НАСЕЛЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ, ЗОКРЕМА ЇЇ ПРИЧОРНОМОРСЬКИХ РАЙОНІВ, ТА МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД ПИТНИХ ВОД

За даних Американської асоціації кардіологів хвороби системи кровообігу стають причиною смерті населення індустріально розвинених країн приблизно у 50 % випадків. У різних країнах ці цифри відрізняються: 35-36 % — в США, 53-55 % — в Росії, Білорусі. В Україні цей показник у 2011 р. склав 66,3 %. А постійне зростання кількості хворих на хвороби системи кровообігу є однією з найактуальніших проблем України. Актуальна ця проблема і для Одеської області, де показник смертності від хвороб системи кровообігу склав 63,5 %.

Динаміка поширеності хвороб системи кровообігу серед населення Одеської області і України представлена на діаграмі (рис. 1). З 2008 по 2011 рр. в Україні кількість зареєстрованих захворювань на хвороби системи кровообігу збільшилася з 55315,5 осіб на 100 тис. населення (2008 р.) до 57967,2 осіб на 100 тис. населення (2011 р.). В Одеській області ці показники перевищують загальноукраїнські значення. Тому проблема виявлення факторів довкілля, які сприяють поширенню і зростанню захворюваності на хвороби системи кровообігу в Одеській області вкрай актуальна.

За матеріалами Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я, епідеміологічні дослідження, що проводилися в різних країнах протягом останніх 50 років, показали наявність зв'язку між зростаючою кількістю захворювань на хвороби системи кровообігу з подальшим летальним наслідком зі споживанням м'якої води.

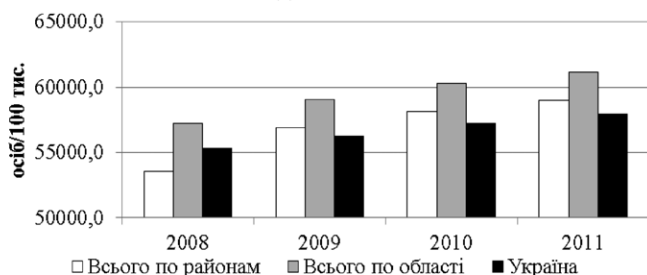


Рис. 1. Динаміка поширеності хвороб системи кровообігу серед населення Одеської області і України

Вважається, що при порівнянні м'якої води з жорсткою і багатою на магній, закономірність простежується дуже чітко. Іноді наслідки недостатнього надходження в організм деяких речовин видно лише через довгі роки, але серцево-судинна система, яка відчуває брак кальцію і магнію, реагує швидше.

Кальцій і магній дуже важливі для людини. Кальцій — важлива складова кісток і зубів. Він є регулятором нервово-м'язової збудливості, бере участь у роботі провідної системи серця, скороченні серця і м'язів, передачу інформації всередині клітини. Кальцій — елемент відповідальний за згортання крові. Магній є кофактором і активатором більш ніж 300 ферментативних реакцій, включаючи гліколіз, синтез АТФ, транспорт мінералів, таких як натрій, калій і кальцій через мембрани, синтез

білків і нуклеїнових кислот, нервово-м'язова збудливість і м'язові скорочення. Внутрішньоклітинний дефіцит магнію може викликати збільшення вмісту в клітині натрію і кальцію і зниження вмісту калію.

Вживання питної води з низькою мінералізацією сприяє вимиванню солей з організму. Зміни водно-сольового балансу в організмі були відзначені як при вживанні демінералізованої води, так і води з мінералізацією 50-75 мг/дм³. Тому спеціалісти ВООЗ у “Керівництві з гігієнічних аспектів знесолення води” за 1980 р., рекомендують вживати як питну воду з мінералізацією не менше 100 мг/дм³. Оптимальна мінералізація становить 200-400 мг/дм³ для хлоридно-сульфатних вод і 250-500 мг/дм³ для гідрокарбонатних [1].

Окрім питної води, ці елементи можуть надходити до організму із продуктами харчування. Але, якщо продукти багаті на кальцій (усі молочні продукти, особливо тверді сири, яйця, риба, крупи, овочі, м'ясо, фрукти, хлібобулочні вироби та інші) входять до щоденного меню пересічного українця, то з магнієм ситуація складніша. Продукти багаті на магній (шпинат, бобові, горіхи, курага, висівки, зелені салати) не є традиційною повсякденною їжею українця. Це дозволяє розглядати саме питну воду як переважне джерело магнію для більшості українців.

За сучасними вимогами до показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води вміст кальцію в питній воді має складати 25-75 мг/дм³, магнію 10-50 мг/дм³, загальна жорсткість — 1,5-7,0 ммоль/дм³, сухий залишок 200-500 мг/дм³ [2].

Для господарсько-питного водопостачання райони Одеської області використовують переважно підземні води, отримані з артезіанських свердловин, колодязів та джерел. Найбільше значення мають води середньо-верхньосарматського горизонту, палеогенових, понтічних і балтських відкладень, а у деяких випадках — тріщанні води докембрійських порід. В обмежених масштабах використовуються ґрунтові й поверхневі води. З гідрогеологічної точки зору крайня північна частина області належить до Українського басейну тріщинуватих вод, а інша — до Причорноморського артезіанського басейну. У цілому досліджувана територія належить до розділу дефіцитних по прісній воді (загальна забезпеченість прогнозними ресурсами складає близько 65 %). По прогнозним запасам область займає одне з останніх місць в Україні.

На більшій території Одещини підземні води приурочені до сарматських відкладів неогену. Хімічний склад вод гідрокарбонатний, кальцієво-магнієвий та натрієво-магнієвий. Спостерігається така зональність в особливостях хімічного складу вод. У північних районах мінералізація невелика — 300-1000 мг/дм³ і лише в деяких районах (Ширяївський, Миколаївський, Овідіопольський, Балтський та ін.) декілька вища — 500-1500 мг/дм³. Загальна жорсткість в окремих випадках може досягати 40-45 ммоль/дм³, рН коливається в межах від 6,2 до 7,5. У південних районах навпаки. Мінералізація складає від 500 до 5000 мг/дм³ і вище, а жорсткість нижче 1-2 ммоль/дм³, рН складає від 7,5 до 8. Балтський водоносний горизонт використовується переважно у північно-західній частині області. Вміщуючими породами є різні піски з лінзами гравію і гальки. Хімічний тип гідрокарбонатний, сульфатно-гідрокарбонатний натрієво-магнієвий, кальцієво-магнієвий, рідше хлоридно-сульфатні. Води прісні та слабкосолоноваті з мінералізацією 500-1600 мг/дм³. В Подунав'ї використовуються води алювіальних відкладень, які характеризуються достатньо високими якісними характеристиками [3].

Мета дослідження — проаналізувати роль соляного складу води господарсько-питного призначення у формуванні хвороб системи кровообігу серед населення Одеської області, у тому числі приморських сільських районів, а саме Комінтернівського, Овідіопольського, Білгород-Дністровського, Татарбунарського і Кілійського на фоні інших районів Одеської області. Для цього були використані матеріали щодо таких показників якості води як вміст кальцію, магнію, жорсткості та мінералізації води в розрізі адміністративних районів Одеської області. За вмістом іонів кальцію і магнію визначалося кальцієво-магнієве співвідношення.

Також досліджувалися показники поширеності і захворюваності на хвороби системи кровообігу серед всього населення (у тому числі, такі нозологічні форми цього класу хвороб як гіпертонічна хвороба, ішемічна хвороба серця, стенокардія, гострий інфаркт міокарду та цереброваскулярні хвороби серед дорослого населення) за 2000 і 2010 рр.

Для п'ятих приморських районів було здійснено аналіз щодо дотримання на їх території досліджуваних показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води і наведені показники захворюваності на хвороби системи кровообігу (табл. 1).

Аналіз показав, що найвищі значення поширеності захворювань населення на усі хвороби системи кровообігу та зокрема на гіпертонічну хворобу спостерігається у Кілійському районі. При чому треба відмітити стрімке зростання цих показників за 10 років. У той же час, даний район характеризується найменшими показниками поширеності та захворюваності на стенокардію. За показниками ж якості питної води, що розглядалися у даному дослідженні, Кілійській район виділяється серед інших приморських районів за співвідношенням вмісту Ca/Mg ($> 1,5$). Треба відмітити, що інші з зазначених показників у цьому районі відповідають нормі. В Білгород-Дністровському, Комінтернівському, Овідіопольському та Татарбунарському районах спостерігається перевищення нормативу по мінералізації питної води.

Найбільші показники мінералізації (> 1500) спостерігаються у Татарбунарському і Білгород-Дністровському районах, які характеризуються найбільшими значеннями захворюваності населення на цереброваскулярні хвороби. Подальший аналіз проводився у межах усіх адміністративних районів Одеської області.

При аналізі ролі вмісту кальцію у питній воді приморських районів Одещини відповідно до діючих норм показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води райони поділялися на ті, в яких його концентрація нижча за норму (< 25 мг/дм³ — Арцизький, Овідіопольський, Саратський, Татарбунарський), в нормі (25-75 мг/дм³ — Ананьївський, Б.-Дністровський, Балтський, Біляївський, Березівський, Іванівський, Ізмаїльський, Кілійський, Комінтернівський, Котовський, Красноокнянський, Любашівський, Тарутинський, Фрунзівський, Ширяївський) та вище за норму (> 20 мг/м³ — Болградський, Великомихайлівський, Кодимський, Миколаївський, Роздільнянський, Ренійський, Савранський). Очевидних зв'язків між поширеністю хвороб системи кровообігу та низьким вмістом кальцію в питній воді районів Одеської області встановлено не було.

Інша картина була встановлена для вмісту в питній воді магнію. Райони поділялися на ті, в яких концентрація магнію нижче за норму (< 10 мг/дм³ — Красноокнянський район, в якому магній в питній воді майже відсутній), в нормі (10-50 мг/дм³ — Арцизький, Б.-Дністровський, Балтський, Беяївський, Іванівський, Ізмаїльський, Кілійський, Кодимський, Любашівський, Овідіопольський, Ренійський, Саратський, Тарутинський, Татарбунарський) та

Таблиця 1.
 Характеристика дотримання певних показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води і показники захворюваності на хвороби системи кровообігу у приморських районах Одеської області

Район	Стан дотримання нормативу якості питної води						Показники захворюваності населення, осіб/100 тис. населення			
	Ca	Mg	Ca/Mg	жорст-кість	мінера-лізація	поширеність		захворюваність		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Хвороби системи кровообігу (разом)										
Б.-Дністровський	Норма	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	37801,3	53978,2	7486,7	6143,7	
Кілійський	Норма	Норма	> 1,5	Норма	Норма	26568,5	64930,2	2877,0	5450,2	
Комінтернівський	Норма	Вище	< 1,5	Норма	> 1000	28241,4	55784,2	3664,2	6120,3	
Овідіопольський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	500-1000	26732,4	57820,4	4033,5	6159,8	
Татарбунарський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	37720,1	62021,7	3783,3	5614,1	
Стенокардія										
Б.-Дністровський	Норма	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	6667,2	12813,4	383,7	1579,7	
Кілійський	Норма	Норма	> 1,5	Норма	Норма	4499,8	8786,9	373,4	522,5	
Комінтернівський	Норма	Вище	< 1,5	Норма	> 1000	6008,1	11641,5	523,4	883,5	
Овідіопольський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	500-1000	6571,4	13817,1	794,3	1013,8	
Татарбунарський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	6320,0	11588,4	907,3	1068,9	

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гіпертонічна хвороба									
Б.-Дністровський	Норма	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	21312,0	34361,8	3936,0	3846,0
Кілійський	Норма	Норма	> 1,5	Норма	Норма	14896,8	47042,4	1190,5	3488,2
Комінтернівський	Норма	Вище	< 1,5	Норма	> 1000	17200,0	33908,6	1825,5	3290,9
Овідіопольський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	500-1000	14780,2	33585,0	2129,7	3323,9
Татарбунарський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	17121,4	36464,7	1630,1	2818,3
Ішемічна хвороба серця									
Б.-Дністровський	Норма	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	13522,0	26350,4	3042,0	2496,6
Кілійський	Норма	Норма	> 1,5	Норма	Норма	10700,4	23085,7	962,3	1925,1
Комінтернівський	Норма	Вище	< 1,5	Норма	> 1000	9192,7	21891,5	854,6	2210,6
Овідіопольський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	500-1000	12492,3	27067,5	1633,0	2085,6
Татарбунарський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	17817,9	22917,8	1401,7	1961,8
Гострий інфаркт міокарду									
Б.-Дністровський	Норма	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	78,0	84,7	78,0	84,7
Кілійський	Норма	Норма	> 1,5	Норма	Норма	51,6	126,1	51,6	126,1
Комінтернівський	Норма	Вище	< 1,5	Норма	> 1000	85,5	143,1	85,5	143,1
Овідіопольський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	500-1000	68,1	74,2	68,1	74,2
Татарбунарський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	63,6	106,2	63,6	106,2
Цереброваскулярні хвороби									
Б.-Дністровський	Норма	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	7068,0	6040,6	1294,0	1110,3
Кілійський	Норма	Норма	> 1,5	Норма	Норма	5436,5	9744,9	769,8	985,5
Комінтернівський	Норма	Вище	< 1,5	Норма	> 1000	5069,1	10012,2	1138,2	1076,7
Овідіопольський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	500-1000	3353,9	7120,4	692,3	1055,5
Татарбунарський	Нижче	Норма	< 1,5	Норма	> 1500	8728,3	10303,7	988,4	1122,0

вище за норму (>50 мг/м³ — Ананївський, Березівський, Болградський, Великомихайлівський, Комінтернівський, Котовський, Миколаївський, Роздільнянський, Савранський, Фрунзівський, Ширяївський).

Якщо для показника поширеності (загальна кількість зареєстрованих хворих) розподіл захворюваності по районах майже не залежить від вмісту магнію, то для захворюваності (загальна кількість уперше захворілих у цьому році) зв'язок є очевидним. На рис. 2 можна побачити, що у районах з наднизьким вмістом магнію в питній воді захворюваність майже у 1,5 рази вища, ніж у районах із нормальним і високим вмістом.

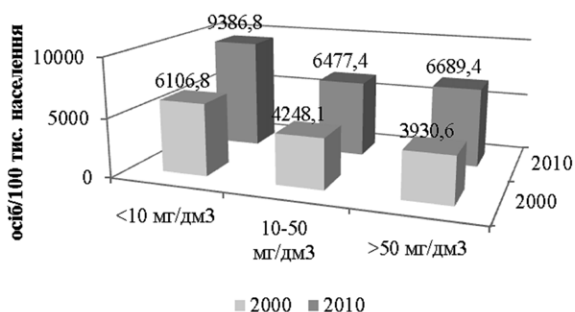


Рис. 2. Розподіл захворюваності на хвороби системи кровообігу у залежності від вмісту магнію у питній воді

Саме у Красноокнянському районі, який єдиний характеризується нижчим за норму вмістом магнію у питній воді, спостерігається найбільше зростання захворюваності — на 3280,0 осіб/100 тис. населення (з 6106,8 осіб/100 тис. у 2000 р. до 9386,8 осіб/100 тис. у 2010 р.). В районах із надмірним вмістом магнію у питній воді таке зростання складає 2758,8 осіб/100 тис. населення (з 3930,6 осіб/100 тис. у 2000 р. до 6689,4 осіб/100 тис. у 2010 р.). А найменше воно в районах із нормальним вмістом магнію у воді — 2229,3 осіб/100 тис. населення (з 4248,4 осіб/100 тис. у 2000 р. до 4677,4 осіб/100 тис. у 2010 р.).

Залежність між наднизьким, нормальним й надлишковим вмістом магнію в питній воді і значеннями показника поширеності не спостерігається для таких нозологічних форм як стенокардія, гіпертонічна хвороба та цереброваскулярні хвороби, а для ішемічної хвороби серця та острого інфаркту міокарду — слабкий зв'язок проглядається у 2010 р.

Щодо показника захворюваності, то чіткий зв'язок між наднизьким, нормальним й надлишковим вмістом магнію в питній воді і захворюваністю проглядається майже у всіх досліджуваних нозологічних формах, за виключенням ішемічної хвороби серця, для якої не досить очевидними є дані за 2000 р. (у 2010 р. такий зв'язок є) та гострий інфаркт міокарду — також за даними 2000 р.

Оскільки літературні джерела [4] підкреслюють для питної воді роль співвідношення катіонів кальцію та магнію, то досліджувався і цей показник. За кальцієво-магнієвим співвідношенням райони поділялися на дві групи. До першої були віднесені райони із кальцієво-магнієвим співвідношенням $< 1,5$, що вважається досить несприятливим з точки зору виникнення хвороб системи кровообігу. У цю групу районів увійшли Ананьївський, Арцизький, Балтський, Березівський, Б-Дністровський, Великомихайлівський, Іванівський, Комінтернівський, Котовський, Красноокнянський, Любашівський, Миколаївський, Овідіопольський, Саратовський, Тарутинський, Татарбунарський, Фрунзівський та Ширяївський райони. В групу районів, які характеризуються сприятливим кальцієво-магнієвим співвідношенням $> 1,5$ увійшли Біляївський, Болградський, Ізмаїльський, Кілійський, Кодимський, Роздільнянський, Ренійський та Савранський райони.

Залежності показника поширеності у класі хвороб системи кровообігу від кальцієво-магнієвого співвідношення виявлено не було. Щодо окремих нозологічних форм, то така залежність проявляється для ішемічної хвороби серця, а також досить слабко для гострого інфаркту міокарду за матеріалами 2000 р. і для стенокардії за матеріалами 2010 р.

Щодо показника захворюваності, то тут зв'язок можна спостерігати як для всього класу хвороб системи кровообігу, такі для майже кожної нозологічної форми. Виключенням став лише гострий інфаркт міокарду у 2010 р. На рис. 3 представлена діаграма розподілу показника захворюваності на ішемічну хворобу серця у 2000 та 2010 роках у залежності від величини кальцієво-магнієвого співвідношення.

На діаграмі (рис. 3) можна побачити, що в районах з кальцієво-магнієвим співвідношенням $< 1,5$, показник захворюваності на ішемічну хворобу серця збільшився з 2000 р. до 2010 р. на 1138,3 осіб/100 тис. дорослого населення (з 1498,5 до

2636,8 осіб/100 тис. населення). А у районах з кальцієво-магнієвим співвідношенням $> 1,5$, таке збільшення склало тільки 969,4 осіб/100 тис. дорослого населення (з 934,7 до 1904,1 осіб/100 тис. населення).

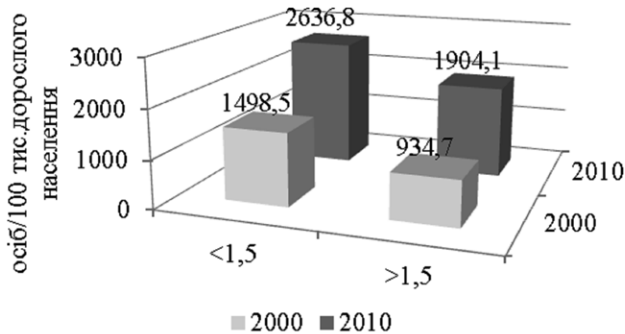


Рис. 3. Розподіл захворюваності на ішемічну хворобу серця по районах у залежності від величини кальцієво-магнієвого співвідношення

Для таких показників як загальна мінералізація і жорсткість очевидних залежності між їх низькими і високими значеннями у відповідних районах і показниками захворюваності на хвороби системи кровообігу виявлено не було.

Підводячи підсумок, можна зробити такі висновки:

1. Показники поширеності і захворюваності на хвороби системи кровообігу в Одеській області перевищують відповідні значення по Україні, тому Одеську область слід вважати однією з проблемних в Україні з точки зору захворюваності населення на хвороби системи кровообігу.
2. Як для Одеської області, так і для сільських районів Одещини спостерігається стала тенденція до зростання показників поширеності і захворюваності.
3. У певній частині адміністративних районів Одеської області є характерним споживання питної води, яка не відповідає сучасним вимогам норм фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води.
4. Присутня залежність між вмістом у питній воді магнію та кальцієво-магнієвим співвідношенням і захворюваністю як на усі хвороби системи кровообігу, на окремі нозологічні форми

цього класу хвороб. Показник захворюваності на хвороби системи кровообігу є значно більш чутливим до мінерального складу питних вод, ніж показник поширеності.

5. У районах з вмістом магнію $< 10 \text{ мг/дм}^3$, та кальцієво-магнієвим співвідношенням $< 1,5$, показники захворюваності істотно вищі ніж у інших районах. Також у цих районах зростання показників захворюваності відбувається інтенсивніше, ніж у районах із більш сприятливими значеннями цих показників.
6. Як один з варіантів вирішення цієї проблеми можна запропонувати роз'яснювальні роботи з медичними працівниками щодо необхідності корекції співвідношення кальцію і магнію у раціоні населення, у тому числі за допомогою відповідних препаратів.

Література

1. Руководство по гигиеническим аспектам обессоливания воды / ETS/80.4. — Женева: ВОЗ, 1980.
2. Державні санітарні норми та правила “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” (ДСанПіН 2.2.4-171-10) — Затверджено Наказом МОЗ України від 12.05.2010 № 400.
3. Грабко Н. В., Носырев И. В., Сафранов Т. А. и др. Здоровье как источники водоснабжение народонаселения Одесской области / Матер. междунар. науч.-практ. конф. “Вода и здоровье - 98” 15-18 сентября 1998 г. — Одесса: Астропринт, 1998. — С. 12-16.
4. Ворохта Ю. М. Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення. Дис. ... канд. мед. наук. — Одеса, 2007. — С. 109-125.

Резюме

Проведен анализ роли солевого состава воды хозяйственно-питьевого назначения в формировании болезней системы кровообращения среди населения Одесской области, и в том числе приморских сельских районов. Выявлена зависимость между показателями заболеваемости населения и содержанием в питьевой воде магния, а также кальциево-магниевого соотношения. Предложен вариант решения проблемы.

НАШИ АВТОРЫ

- Барган Е. Ф., УкрНЦЭМ (Одесса)
- Большаков В.Н., канд. географ. наук, ст. научный сотрудник ОФ Ин-та биологии южных морей НАН Украины (Одесса)
- Бородавкина А. В., УкрНЦЭМ (Одесса)
- Боцуляк А. В., ассистент каф. информатики ОГЭКУ (Одесса)
- Грабко Н. В., ст. препод. каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Гращенко Т. В.
- Даус М. Е.
- Золотарев Г. Г., зав. сектора геоэкологических исследований и организации мониторинга, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Золотарев М. Г., сотр. сектора геоэкологических исследований и организации мониторинга, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Ильина В. Г., канд. географ. наук, доцент каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Касилов Ю. И., Одесская национальная морская академия (Одесса)
- Каштаков В. Д., Одесская национальная морская академия (Одесса)
- Ковалишина С. П., канд. биол. наук, зав. сектором исследования состояния морских биоценозов УкрНЦЭМ (Одесса)
- Коломеец Т. С., ведущий агрометеоролог отдела агрометеорологии ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Коломейченко Г. Ю., Одесский нац. ун-т им. И. И. Мечникова (Одесса)
- Куракин А.П., научный сотрудник ОФ Ин-та биологии южных морей НАН Украины (Одесса)
- Матыгин А. С., канд. физ.-мат. наук, ведущий метеоролог ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Неверовский И. П., зам. начальника ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Понтийская О. С.
- Полищук О. О.
- Попов Ю. И., канд. географ. наук, вед. науч. сотр. сектора гидрофизических исследований УкрНЦЭМ, сотр. отдела методического руководства ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Романова Е. А.
- Сенькова О. И., начальник отдела агрометеорологии ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Сытов В. Н., канд. географ. наук, начальник ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Твардиевич Н. Ю.
- Фролова Н. М., ассистент каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Чернякова О. И., ст. преподаватель каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Шамраев Ю. И., преподаватель Гидрометеорологического техникума (Туапсе)

СОДЕРЖАНИЕ

А. С. Матыгин, А. Боцуляк

Климатические характеристики экстремумов приземной температуры
в пределах Каспийско-Черноморско-Седиземноморского коридора 3

Ю. И. Шамраев

Температурные особенности
весны и лета високосного 2012 года в Одессе 7

И. П. Неверовский, Ю. И. Попов, В. Н. Сытов, А. С. Матыгин

Результаты океанографических исследований
в Антарктике в области архипелага Аргентинских островов
(включая пролив Пенола) в 2012-2013 гг. 10

В. Н. Большаков, А. П. Куракин

Изменчивость температуры воды у острова Змеиный
во временных масштабах до одного года 29

Ю. И. Попов, А. С. Матыгин

Пространственно-временная структура изменчивости поля
концентрации хлорофилла "а" на северо-западном шельфе
Черного моря (по данным спутниковых наблюдений) 38

Г. Г. Золотарьев, М. Г. Золотарьев

Геоекологічні дослідження Філофорного поля Зернова 53

С. П. Ковалишина, Е. Ф. Барган, А. В. Бородавкина

К оценке уровня трофности вод в районе
филлофорного поля Зернова (май-июнь, 2012 г.) 57

Г. Ю. Коломейченко, Ю. И. Касилов, В. Д. Каштаков

Тяжелые металлы в гидробионтах шельфа Черного моря 62

М. С. Даус, Т. В. Гращенкова, Є. А. Романова

Екологічна катастрофа в Угорщині 4 жовтня 2010 року 66

М. С. Даус, Т. В. Гращенкова, Н. Ю. Твардієвич

Екологічна оцінка малих річок північно-західного Причорномор'я 72

М. С. Даус, О. С. Пінтійська, О. О. Поліщук, Н. Ю. Твардієвич

Оцінка якості води малих річок північно-західного Причорномор'я 77

О. Сенькова, Т. Коломеец

Агрометеорологические условия роста и развития
сельскохозяйственных культур в 2013 г. 83

В. Г. Ильина, О. І. Чернякова

Оцінка деградаційних процесів у ґрунтах Одеської області 93

Н. В. Грабко, Н. М. Фролова

Захворюваність на хвороби системи кровообігу
населення Одеської області, зокрема її причорноморських
районів, та мінеральний склад питних вод 103

НАШИ АВТОРЫ 114

ФОП Попова
Тираж 50 экземпляров
65010, г. Одесса, ул. Палубная 9/4
тел/факс: (048) 714-91-71