

51

2010

ISSN 0130-2914

**МЕТЕОРОЛОГІЯ,
КЛІМАТОЛОГІЯ
ТА ГІДРОЛОГІЯ**



ЗМІСТ

Розділ 1. МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ

<i>Іванов С.В., Івус Г.П., Пишняк Д.В.</i> Численне моделювання мезомасштабних особливостей атмосфери в зоні холодного фронту.....	4
<i>Корбан В.Х., Дегтярева Л.Н., Корбан Д.В.</i> Параметричне рівняння радіолокації хмар і опадів.....	15
<i>Семёнова И.Г., Екимов Е.С., Мишина М.Б.</i> Оцінка якості прогнозів метеорологічних величин по моделі WRF для України.....	27
<i>Недострелова Л.В., Хохлов В.Н.</i> Просторовно-часове розподілення блокуючих антициклонів.....	36

Розділ 2. АГРОМЕТЕОРОЛОГІЯ

<i>Божко Л.Ю., Барсукова О.А., Вовк І.В.</i> Агрокліматична оцінка умов перезимівлі озимої пшениці в Україні.....	44
<i>Жигайло Е.Л.</i> Радиоактивне забруднення подсолнечника (<i>Helianthus annuus</i> L.) в процесі вирощування і переробки.....	53
<i>Свидерская С.М.</i> Вплив весняних заморозків на формування урожайності картоплі в Ровенській області.....	59
<i>Наумов М.М.</i> Визначення оптимальних значень факторів зовнішнього середовища для культури подсолнечника.....	66
<i>Сіряк Н.В.</i> Оцінка мінливості врожайності проса в Україні.....	77
<i>Костюкевич Т.К.</i> Динаміка тенденції урожайності цукрової свекли в Україні.....	85
<i>Иконникова В.В.</i> Моделювання впливу різних термінів сів на продуктивний процес гороха в Україні.....	94

Розділ 3. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

<i>Катеруша О.В., Сафранов Т.А.</i> Біокліматична складова природного рекреаційного потенціалу території Одеської області.....	104
<i>Лоева І.Д., Тимошук М.О., Грудев П.Х.</i> Методичні підходи до регулювання рівня забруднення атмосферного повітря промислових міст.....	112
<i>Бевз-Бірон О.О., Кузьміна Х.В.</i> Розробка системи поводження з медичними відходами в Одеській області.....	121
<i>Бургаз О.А.</i> Структура полів загального вмісту озону у західному секторі південної півкулі.....	131

<i>Колісник А.В.</i> Оцінка екологічного стану поверхневих вод Вінницької області за ступенем використання її водних ресурсів.....	137
<i>Романова А.В., Хохлов В.Н.</i> Пространственно-временные изменения озона над Европой, вызванные Североатлантическим колебанием.....	145
<i>Стрюк Т.Ю.</i> Влияние водохозяйственной деятельности на состояние Придунайских озер.....	152

Розділ 4. ГІДРОЛОГІЯ ТА ОКЕАНОЛОГІЯ

<i>Гопченко Є.Д., Романчук М.Є., Дорошенко О.М.</i> Структурні особливості та практичне застосування формул граничної інтенсивності.....	160
<i>Тучковенко Ю.С., Тучковенко О.А.</i> Моделювання впливу стоку р.Дунай на формування якості морських вод в акваторії о.Зміїний.....	168
<i>Лобода Н.С., Сіренко А.М.</i> Вплив Північно-Атлантичного коливання на строки проходження льодових явищ на річках Західної України.....	182
<i>Юрасов С.Н., Горун В.В.</i> Математическая модель неустановившейся турбулентной диффузии взвеси в водном потоке.....	189
<i>Гопченко Є.Д., Гриб О.М.</i> Оцінка складових водного балансу Куяльницького лиману та визначення причин сучасного обміління водойми.....	200
<i>Гаврилюк Р.В., Русинова Н.К.</i> Классификация полей солёности воды в северо-западной части Чёрного моря.....	216
<i>Ладжель Махмуд, Гопченко Е.Д., Овчарук В.А.</i> Обоснование скоростей руслового добегаания волн паводков для рек аридной зоны.....	222
<i>Гаврилюк Р.В., Краснянская Н.Л.</i> Влияние стока р.Дунай и ветрового режима над морем на изменчивость гидрологических характеристик морских вод вблизи о.Змеиный.....	234
<i>Обухов Є.В., Шихалеева Г.М., Бабінець С.К., Кузьміна І.С.</i> Лабораторні дослідження інтенсивності випаровування з поверхні вод різної мінералізації.....	243

Р.В. Гаврилюк, к. геогр. н., Н.К. Русинова, маг.

Одесский государственный экологический университет

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛЕЙ СОЛЕННОСТИ ВОДЫ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Выполнена объективная классификация полей солёности воды в северо-западной части Чёрного моря. Количественные различия классов отражают механизм формирования сезонной и межгодовой изменчивости полей солёности воды.

Введение. Мелководная северо-западная часть Чёрного моря весьма специфический в гидрологическом отношении район.

Годовой объём речного стока вместе с осадками составляет здесь около одной трети общего объёма воды, что позволяет рассматривать эту часть моря как эстуарно-шельфовый бассейн. Основные отличительные черты гидрологической структуры вод района – существенная роль солёности воды в формировании трёхмерной стратификации вод в течении всего года, интенсификация горизонтальных и вертикальных термохалинных неоднородностей и значительная временная изменчивость гидрологических условий, обусловленная повышенной реактивностью вод района на внешние воздействия [3].

Так как солёность воды существенно влияет на формирование стратификации вод района, объективная классификация полей солёности может существенно дополнить опубликованные ранее в литературе сведения об изменчивости гидрофизических полей Чёрного моря [3,4,6].

Цель работы – классификация полей солёности воды в северо-западной части Чёрного моря по материалам наблюдений, выявление механизмов формирования различных классов. Работа выполнена в рамках научно-исследовательской темы кафедры океанологии и морского природопользования « Гидрологический режим отдельных регионов Азово-Чёрноморского бассейна».

Материалы и методы исследований. Для анализа собран массив наблюдений, выполненных судами Государственного океанографического института за периоды: 1976-1979гг., 1988-1990гг. и в 1993г. Измерения температуры и отбор проб на солёность, которые выполнялись на океанографических станциях в феврале, мае, июле и ноябре, характеризуют термохалинную структуру вод во все сезоны года. Район исследований ограничивается параллелью $44^{\circ} 00' \text{ с. ш.}$ - с юга, береговой чертой - с запада и севера, и меридианом $33^{\circ} 30' \text{ в. д.}$ с востока.

В границах района задавалась сетка точек в узлах трапеций размерами 40'×60'. Статистические характеристики термохалинной структуры вод Черного моря в узлах этих трапеций опубликованы в [6] и использовались в работе для построения полей аномалий солености воды на стандартных горизонтах.

В трапециях, где количество измерений было достаточным, выполнялось пространственное осреднение данных с учетом весовых коэффициентов. В трапециях с недостаточным количеством измерений или их отсутствием пространственная экстраполяция выполнялась следующим образом. Строились поля аномалий солености по имеющимся данным, а значения аномалий в трапециях с недостаточным числом измерений по знаку и величине принимались такими же, как в соседних трапециях. Таким образом, были восстановлены поля аномалий солености во всех трапециях, на стандартных горизонтах во все сезоны года за весь период наблюдений. Общее количество построенных полей солености воды - 162 их распределение по стандартным горизонтам: 0 и 10 м - 27 полей, 20 м - 25 полей, 30 м - 24 поля, 50 м - 25 полей, 75 м - 23 поля, 100 м - 11 полей.

Классификация полей гидрометеорологических элементов широко используется в метеорологии и океанологии. В частности, для полей температуры воды в Атлантическом океане и его районах результаты классификации опубликованы в [1,2,7,8]. Для Черного моря классификация полей солености выполняется впервые.

Для характеристики полей солености воды на каждом горизонте рассчитывался критерий аномальности K

$$K = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{\Delta S_i^2}{\sigma_i^2}, \quad (1)$$

ΔS_i^2 -- аномалия солености воды в i -ой трапеции; σ_i^2 -- дисперсия аномалии солености в i -ой трапеции из [6]; M -- количество трапеций поля.

Знак преобладающей аномалии поля учитывается параметром ρ

$$\rho = \frac{n_+ - n_-}{n_+ + n_-}, \quad (2)$$

где n_+ и n_- - количество трапеций поля, занятых положительными или отрицательными аномалиями солености воды, соответственно.

Площадь моря (в %), занятая преобладающей по знаку аномалией солености воды, учитывается параметром C

$$C = \frac{1}{2}(|\rho| + 1) \cdot 100\%. \quad (3)$$

Таким образом, параметр K , ρ и C характеризуют степень аномальности поля солености воды, знак и площадь преобладающей аномалии.

Результаты исследований. Расчет параметра K показал, что поля аномалий солености воды (на всех горизонтах) за весь период наблюдений можно разделить на три группы: $K \geq 2$ – крупноаномальные поля, $1 < K < 2$ – умеренно аномальные поля, $K \leq 1$ – поля со слабой аномальностью.

Для полей, вошедших в первую группу ($K \geq 2$), аномалии солености воды в отдельных трапециях достигают 2,5 ‰ – 5‰. Для полей второй группы ($1 < K < 2$) аномалия солености находится в границах 1‰ – 2‰, а для полей третьей группы ($K \leq 1$) аномалия солености воды не превышает 1‰. Следует отметить, что поля разной степени аномальности неравновероятны: крупноаномальные поля наблюдаются только в 14% случаев, умеренно аномальные поля – 28% случаев, а слабо аномальные – в 58% случаев.

Повторяемости параметра аномальности на разных горизонтах различны. Наибольшая повторяемость крупноаномальных и умеренно аномальных полей солености отмечается на горизонте 20м, а в поверхностном слое повторяемость полей разных групп приблизительно такая же как в среднем для всех горизонтов.

Анализ параметра аномальности в разные месяцы показал, что крупно-аномальные поля солености наиболее часто встречаются в августе, умеренно-аномальные поля – в августе и феврале, слабо аномальные поля имеют приблизительно одинаковую повторяемость в разные месяцы.

Для классификации полей аномалий солености воды в северо-западной части Черного моря выбран один из методов распознавания образов, предложенный в [5]. Сущность его заключается в разбиении выборки ситуаций на классы, исходя из коэффициента корреляции между сравниваемыми полями, и среднего евклидова расстояния, которое рассчитывается по формуле

$$S = \frac{1}{M} \sqrt{\sum_{j=1}^M (\Delta S_{ij} - \Delta S_{ijl})^2}, \quad (4)$$

где M – количество точек j , в которых заданы поля; ΔS_{ij} – аномалия солености в j -ой точке эталона i -го класса; ΔS_{ijl} – аномалия солености в j -ой точке l -го поля, входящего в i -ый класс.

Классификация полей солености выполнялась для каждого горизонта отдельно, независимо от критерия аномальности K поля. Принималось, что первое поле аномалий принадлежит первому классу и является эталоном.

Рассчитываются коэффициенты корреляции между первым полем и всеми остальными полями. Связь считается статистически значимой, если коэффициент корреляции $R > 0,5$, а все поля, для которых выполняется это условие, относятся к этому классу.

Первое из оставшихся полей, относится ко второму классу и процедура продолжается. Поля, не вошедшие ни в один из классов, можно отнести к выбранным классам за счет установления менее жесткого критерия R .

Основные климатические характеристики классов полей солёности воды на горизонтах слоя 0 – 30 м приведены в таблице.

Таблица – Основные климатические характеристики классов полей аномалий солёности воды в северо-западной части Черного моря на горизонтах 0 – 30 м

Горизонт, м	Характеристики	Классы					
		I	II	III	IV	V	VI
0	R	0,85	0,76	0,59	-	-	-
	K	1,48	1,00	0,56	-	-	-
	P	0,40	-0,31	0,42	-	-	-
	$C(\%)$	70	66	71	-	-	-
	$P(\%)$	50	16	10	-	-	-
	S	0,98	1,34	1,17	-	-	-
10	R	0,91	0,79	0,92	0,75	0,59	-
	K	0,29	1,14	0,86	0,46	0,90	-
	P	0,49	-0,40	0,68	0,11	-0,46	-
	$C(\%)$	73	70	84	50	73	-
	$P(\%)$	15	15	11	11	11	-
	S	0,07	0,73	0,15	0,33	0,63	-
20	R	0,79	0,85	0,79	0,72	0,79	0,60
	K	1,94	1,58	0,51	0,24	0,89	1,49
	P	-0,34	0,18	0,15	0,39	0,33	0,09
	$C(\%)$	67	59	58	69	66	54
	$P(\%)$	25	16	12	12	12	12
	S	0,23	0,25	0,17	0,02	0,13	0,17
30	R	0,81	0,77	0,90	0,79	0,62	-
	K	0,92	1,39	1,91	0,77	2,29	-
	P	-0,27	-0,02	-0,41	1,00	-0,36	-
	$C(\%)$	63	50	70	100	68	-
	$P(\%)$	21	21	17	12	9	-
	S	0,19	0,15	0,26	0,03	0,15	-

Условные обозначения: R -множественный коэффициент корреляции между полями класса; K -средний критерий аномальности; p -относительная площадь и знак преобладающей аномалии; C -площадь в (%) преобладающей аномалии; $P(\%)$ -повторяемость класса; S -среднее эвклидово расстояние.

В поверхностном слое моря поля солёности представлены тремя классами, что составляет 76% от общего количества полей. Наибольшую

повторяемость имеет первый класс, который характеризуется преобладающей положительной аномалией поля, занимающей 70% площади всего района. Средний критерий аномальности составляет $K=1,48$, то есть этот класс объединяет поля с крупными и умеренными аномалиями солёности воды. Значительные аномалии (2%-2,5%) наблюдаются вблизи устьевых районов Дуная и Днестра. Поля этого класса формируются в основном в холодный период года (ноябрь и февраль).

Второй класс в поверхностном слое имеет повторяемость 16% и характеризуется преобладанием отрицательных аномалий солёности, а по критерию аномальности поля этого класса относятся к умеренно-аномальным. Поля этого класса формируются в весенне-летний период года, что обусловлено влиянием стока рек и распреснением поверхностного слоя моря.

Третий класс аномалий солёности воды в поверхностном слое имеет повторяемость 10% и характеризуется преобладанием положительных аномалий. Поля этого класса относятся к слабо аномальным.

Для горизонта 10 м поля солёности представлены пятью классами, что отображает 63% от общего количества полей. Повторяемость классов приблизительно одинакова. Наиболее значительные отрицательные аномалии солёности воды отображаются вторым классом. Поля этого класса формируются в основном в летние месяцы года. Если сравнивать этот класс со вторым классом в поверхностном слое, можно отметить их подобие, что свидетельствует об едином механизме их формирования. Все остальные классы для горизонта 10 м характеризуют поля аномалий солёности разного знака и разной локализации. По критерию аномальности поля относятся к умеренно и слабо аномальным.

Для горизонта 20 м поля аномалий солёности воды представлены шестью классами и учитывают 84% от общего количества полей. Наибольшую повторяемость (25% и 16%) имеют два класса – первый и второй. Характеризуют эти классы поля крупных аномалий солёности разного знака. Формирование полей этих классов наблюдается в летние месяцы года.

Для горизонта 30 м поля солёности представлены пятью классами, что составляет 80% от общего числа полей. Наибольшую повторяемость имеют первые два класса, отражающие преобладание отрицательных аномалий солёности, но по критерию аномальности поля относятся к крупно-аномальным или умеренно-аномальным. Остальные поля для горизонта 30 м представлены тремя классами (повторяемостью от 9% до 17%) и отображают поля солёности с различной локализацией аномалий разного знака.

Выводы. 1. Поля солёности воды на стандартных горизонтах в северо-западной части Чёрного моря можно разделить на три группы, в зависимости от степени

аномальности. Повторяемость полей с крупными аномалиями солёности (2‰-5‰) составляет 14%, поля с умеренной аномальностью (1‰-2‰) наблюдаются в 28%, а со слабой аномальностью (менее 1‰) – в 58% всех случаев.

2. На горизонтах 20-30 м наибольшая повторяемость полей с крупными аномалиями солёности наблюдается в тёплый период года, а поля с умеренной аномальностью - в течении всего года. Поля со слабой аномальностью имеют приблизительно одинаковую повторяемость на всех горизонтах в течении всего года.

3. Классификация показала, что совокупность полей солёности воды в поверхностном слое может быть представлена тремя классами, на горизонте 10 м и 30 м – пятью классами, а на горизонте 20 м – шестью классами. Каждый из классов отображает распределение в пространстве аномалий солёности в зависимости от знака и величины. Многообразие классов свидетельствует об изменчивости солёности воды в пространстве и по вертикале.

Дальнейшие исследования будут направлены на исследование механизмов формирования разных классов полей солёности.

Список литературы

1. Вильфанд Р.Н. Классификация полей аномалий средней месячной температуры воды Северной Атлантики в холодном полугодии // Труды Гидрометцентра СССР; 1980. – Вып.231. – С.123-126.
2. Гаврилюк Р.В. Классификация полей аномалий средней месячной температуры воды в северо-западной части Атлантического океана // Труды ГОИН,1989. – Вып.178. – С.43-51.
3. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря/ Под ред. Б.А. Нелепо – Л.: Гидрометеоздат, 1984.-239 с.
4. Проект «Моря СССР». Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. – Т.IV. – Черное море. – Вып.1. –Гидрометеорологические условия/ Отв. Ред. Ф. С. Терзиев. – Санкт-Петербург:- Гидрометеоздат, 1991.-430 с.
5. Сонечкин Д.М. Математическая теория классификации и её применение в метеорологии // Метеорология и гидрология,1969.-Вып.12.-С.24-34.
6. Статистические характеристики термохалинной структуры вод Черного моря/ Под ред. Э.Е. Альтмана. – Севастополь: СО ГОИН,1987. -301 с.
7. Юрко В.Т. Классификация полей аномалий средней месячной температуры поверхности Северной Атлантики // Труды ВНИГМИ – МЦД,1983. – Вып.99.- С.52-64.
8. Яковлев В.Н., Альтман Ю.С. Применение кластер-анализа для классификации океанологических процессов//Труды АтлантНИРО,1980. -С.11-19.

SUMMARY

R.V. Gavrilyuk., N.K. Rusinova

CLASSIFICATION OF SALINITY FIELDS IN THE NORTHERN-WEST AREA OF BLACK SEA

Objective classification of salinity fields in the northern-west area of Black sea is presented. Quantitative characteristics and mechanisms responsible for interannual and seasonal variability of salinity fields are considered.