

ПРОВ 98

ПРОВ 2010

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

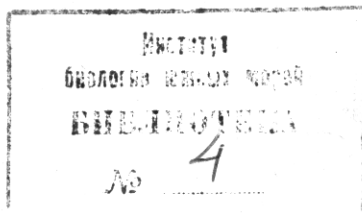
БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 41

ВОПРОСЫ САНИТАРНОЙ ГИДРОБИОЛОГИИ
И ОКЕАНОГРАФИИ



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1977

7. Шкудова Г. Я. Метод расчета распределения и рассеивания загрязняющих веществ в мелком баротропном море при больших объемах сброса.— Материалы I Всесоюз. симп. океанографич. аспекты охраны вод от химических загрязнений. М., 1975, с. 153—161.
8. Филиппов Ю. Г. Некоторые вопросы распространения примеси в море.— Труды ГОИН, 1974, вып. 121, с. 107—113.
9. Bowden K. F. Horizontal mixing in the sea due to a shearing current.— J. Fluid Mech., 1965, 21, N 1, p. 83—94.
10. Carter H. H., Okubo A. A study of the physical processes of movement and dispersion in the Cape Kennedy area. Ches. Bay Inst., The John Hopkins Univ., Tech. Rep. Ref. 65—2, 1965. 164 p.
11. Carter H. H., Okubo A. Longitudinal dispersion in non-uniform flow. Ches. Bay Inst., The John Hopkins Univ., Tech. Rep., N 68, 1970, p. 1—45.
12. Joseph J., Sendner H. Über die horizontale Diffusion im Meere.— Dtsch. Hydrogr. Zeit., 1958, N 11, p. 49—77.
13. Okubo A. Horizontal diffusion from an instantaneous pointsource due to oceanic turbulence. Ches. Bay Inst., The John Hopkins Univ., Tech. Rep., 1962, N 32, p. 123.
14. Okubo A. A review of theoretical models for turbulent diffusion in the sea.— J. Oceanogr. Soc. Japan, 20th Anniversary vol., 1962, p. 286—318.
15. Okubo A. The effect of shear in an oscillatory current on horizontal diffusion from an instantaneous source.— Int. J. Oceanol. Limnol., 1967, 1, N 3, p. 194—204.
16. Okubo A. Some remarks on the importance of the «shear effect» on horizontal diffusion.— J. Oceanogr. Soc. Japan, 1968, 24, N 2, p. 60—69.
17. Okubo A., Karweit M. J. Diffusion from a continuous source in a uniform shear flow.— J. Limnol. Oceanogr., 1969, 14, N 4, p. 514—519.
18. Okubo A., Pritchard D. W. Summary of our present knowledge of the physical processes of mixing in the ocean and coastal waters and a set of practical guidelines for the application of existing diffusion equations in the preparation of nuclear safety evaluations of the use of nuclear power sources in the sea. Ches. Bay Inst., The John Hopkins Univ., Rep. 40—3109—40, 1969, p. 159.
19. Okubo A. Oceanic mixing.— Ches. Bay Inst., 1970. 140 p.
20. Pritchard D. W. The application of existing oceanographic knowledge to the problem of radioactive waste disposal into the sea. Disposal of radiobact. wastes.— Conf. Proc. Monaco, 1959, 2, p. 229—248.
21. Pritchard D. W., Okubo A., Carter H. H. Observations and theory of eddy movement and diffusion of an introduced tracer material in the surface layers of the sea.— In: Disposal. Radiact. Wastes in Seas, Oceans and surface waters. Int. Atomic Energy Agency, Vienna, 1966, p. 397—424.
22. Schönfeld J. C. Diffusion by homogeneous isotropic turbulence.— Water Res. Hydraul. Res., 1959, N 31, p. 115.
23. Talbot J., Sendner H. Consideration of the horizontal diffusion process during the experiment.— Extrait des Rapp. et Proc.—Verb., Conseil inter. pour l'explor. de la Mer, 1973, 163, N 6, p. 59—75.
24. Welf P., Hansen W., Joseph J. Investigation and prediction of dispersion of pollutants in the sea with hydrodynamical numerical (HN) models.— In: Marine pollution and sea life. London, 1972, p. 146—150.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
15.II 1975 г.

УДК 551.465.153

В. И. Зац, В. В. Кандыбко

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДИСПЕРСИИ ПУЛЬСАЦИИ СКОРОСТЕЙ ТЕЧЕНИЙ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ СРЕДНЕГО И КРУПНОГО МАСШТАБОВ

Дисперсия пульсации компонент скорости течений σ_U^2 , относится к важным характеристикам горизонтального турбулентного обмена. Анализ σ_U^2 для разных периодов сглаживания рядов позволяет судить о распределении энергии по разномасштабным движениям в море, т. е. по этим данным можно оценить вклад пульсации (колебаний) различного временного масштаба в общую кинетическую энергию пульсационного движения (или вклад в суммарную дисперсию). Параметр σ_U^2 может слу-

жить одним из критериев при сравнительном анализе различных акваторий моря по их потенциальным способностям к перемешиванию или при изучении структуры вод с точки зрения турбулентности.

Дисперсия σ_U^2 , существенно изменяется во времени и пространстве. Характер зависимости σ_U^2 от некоторых определяющих факторов и пространственная изменчивость σ_U^2 , представляют несомненный теоретический и практический интерес.

Данная статья посвящена анализу изменчивости σ_U^2 , по результатам исследований на полигонах у приглубых шельфов Черного моря. Дисперсия σ_U^2 ,

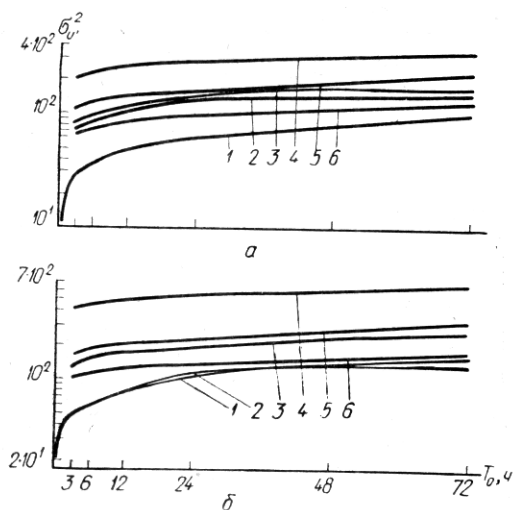


Рис. 1. Характер изменчивости дисперсии σ_U^2 , с ростом периода сглаживания рядов T_0 для шести последовательных интервалов времени наблюдений (в поверхностном слое района Ялты, в 5 милях от берега) при $U \sin \alpha$ (а) и $U \cos \alpha$ (б):

1 — 25.VI — 3.VII; 2 — 3—14.VII; 3 — 14—29.VII; 4 — 29.VII — 7.VIII; 5 — 7—16.VIII; 6 — 16—28.VIII.

ние в рассмотрение вихрей все больших и больших размеров. Кривые изменчивости σ_U^2 , при увеличении T_0 от 40—60 мин до 24—72 ч (рис. 1) показывают, что основное возрастание σ_U^2 , происходит до $T_0 = 12—24$ ч, затем скорость роста ослабевает. Это, вероятно, объясняется тем, что при данном сглаживании в спектр пульсации включаются основные энергонесущие колебания. Ход кривых $\sigma_U^2(T_0)$ напоминает изменения коэффициентов обмена A [1]. После периода «насыщения» ($T_0 \approx 12—24$ ч) функция $\sigma_U^2(T_0)$ слабо растет по линейному закону. Величины σ_U^2 , и σ_V^2 , разнятся между собой для одних и тех же T_0 , что свидетельствует об анизотропности пульсаций данных масштабов. Квазиизотропия процесса (значения σ_U^2 , и σ_V^2 , близки между собой) наблюдается в отдельных случаях, в основном в глубинных и придонных слоях.

Представляет интерес нахождение связи между σ_U^2 , и осредненной скоростью, являющейся определяющим фактором. Анализ показал, что дисперсия σ_U^2 , зависит от средней скорости потока. Так, на рис. 1 кривые $\sigma_U^2(T_0)$ располагаются в порядке убывания средней скорости $\bar{U}$: верхняя кривая характерна для $\bar{U} = 46$ см/с, нижняя — для $\bar{U} = 18$ см/с, т. е. энергия пульсационного движения прямо пропорциональна осредненной скорости.

получена в результате статистической обработки наблюдений над течениями на автономных буйковых станциях (АБС) и на автономных придонных установках. Многочисленные ряды обрабатывали на ЭВМ «Минск-22». Сглаживание рядов осуществляли с помощью косинус-фильтра. При анализе использовали ряды длительностью от 5 до 60 суток с дискретностью измерений векторов течений $\Delta t = 10$ мин. Течения регистрировали во всей толще вод от поверхности моря (горизонт 10 м) до тонкого придонного слоя (0,5 и 1 м от дна) в зоне с глубинами до 100 м.

Анализ зависимости дисперсии компонент скорости (σ_U^2 , и σ_V^2 ,) от масштаба сглаживания T_0 показал, что с увеличением T_0 дисперсия растет. Это представляется вполне закономерным, так как рост T_0 означает включение

Райли (Riley) [6], рассматривая зависимость коэффициентов обмена от различных факторов, предполагает, что $\sigma_{U'}^2 \approx (\bar{U})^2$. Физически зависимость $\sigma_{U'}^2$ от средней скорости потока для определенных стадий обмена представляется обоснованной, но характер этой зависимости будет меняться. Графики функции $\sigma_{U'}^2 \sim f(\bar{U})$, построенные нами для различных районов шельфовой

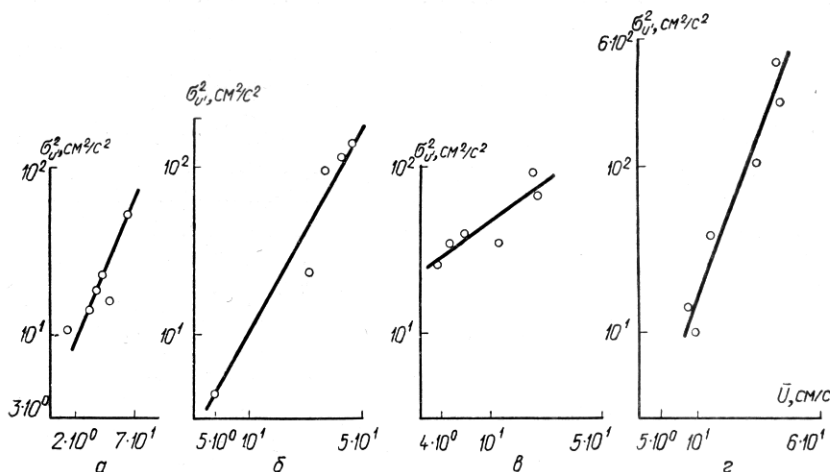


Рис. 2. Зависимость дисперсии $\sigma_{U'}^2$ от осредненной скорости $\bar{U}$ по наблюдениям на полигонах в шельфовой зоне Черного моря, в районе Ялты (а, б), Батуми (в) и Сочи (г).

зоны, для разных сезонов (где косвенно учитывается эффект плотностной стратификации) и горизонтов, свидетельствуют о том, что функции аппроксимируются степенной зависимостью (рис. 2)

$$\sigma_{U'}^2 \sim (\bar{U})^n. \quad (1)$$

Для большинства реализаций такая связь выявляется четко; но в отдельных случаях поле точек разбросано и тогда трудно что-либо сказать о функции $\sigma_{U'}^2(\bar{U})$.

Можно предположить, что вид указанной функции зависит от режима турбулентности и, возможно, что для некоторого режима осредненная скорость не является определяющим параметром дисперсии. В перспективе этот вопрос можно, вероятно, решить при совместном анализе дисперсии, спектральных и структурных функций, дающих представление о режиме турбулентности.

В практическом плане значение закономерности (1) представляет определенный интерес, так как максимум турбулентности и турбулентного перемешивания при прочих равных условиях можно ожидать в режиме наибольших значений осредненной скорости. Отсюда следует, например, что сброс сточных вод целесообразно производить в потоках с большими значениями средней скорости. Так, в шельфовой зоне Черного моря сточные воды рационально выводить в зону основного потока течений, где скорости достигают максимальных значений. В узкой прибрежной и в промежуточной зонах (между прибрежной зоной и зоной основного потока) скорости течений и их устойчивость меньше, чем в зоне основного потока [2].

Зависимость $\sigma_{U'}^2$ от $\bar{U}$ может также объяснить увеличение дисперсии с удалением от берега (так как от берега к стрелюю основного потока

значения $\bar{U}$ возрастают), достижение максимума дисперсии в промежуточных слоях (где могут наблюдаться слои с максимальными скоростями течений) или рост дисперсии в определенные интервалы времени (например, за счет штормовой деятельности).

Дисперсия с глубиной в общем убывает: максимальные значения отмечены в поверхностном слое, минимальные — в тонком придонном (0,5—1,0 м от дна) (рис. 3). Но в промежуточных слоях может наблюдаться максимум дисперсии, который иногда существенно превышает значение $\sigma_{U'}^2$ в поверхностном слое (рис. 3). Это свидетельствует о том, что в промежуточных слоях (50—80 м) могут развиваться энергонесущие вихри, обуславливающие здесь интенсивный горизонтальный обмен.

Следовательно, в этих слоях трансформация поля примеси (например, при глубоководном сбросе) может протекать с интенсивностью, соизмеримой с процессами в поверхностном слое. Такое распределение $\sigma_{U'}$, свидетельствующее об

активном турбулентном обмене в слоях, характерно для разных районов приглубой шельфовой зоны Черного моря.

Оценим вклад энергии $\sigma_{U'}^2$, обусловленной вихрями различных временных масштабов, в суммарную дисперсию по соотношению

$$M = \frac{\sigma_{U'}^2(T_0)}{\sigma_C^2} \%, \quad (2)$$

где σ_C^2 — суммарная дисперсия пульсации при сглаживании по всему ряду (рис. 4, 5). Очевидно, что функция $M(T_0)$ на участке от 40 до 80—180 мин изменяется в общем по степенному закону $M \sim T_0^n$, где $0,2 \leq n \leq 0,5$ (рис. 4). Далее, с ростом значения T_0 она растет почти линейно. При масштабах осреднения от 40 мин до 3 ч вклад энергии пульсации данного интервала масштабов в общую энергию пульсационного движения заметно изменяется для разных слоев (рис. 4): в поверхностном слое (10—20 м) для зональной и меридиональной составляющей он достигает 45—57%; в тонком придонном слое — 10—11%; в промежуточных слоях (50—80 м) для разных компонент — 8—34%.

Таким образом, для данного спектра масштабов наибольший вклад в суммарную дисперсию отмечается в поверхностном слое как наиболее турбулизированном.

С дальнейшим увеличением периода осреднения T_0 от 3 до 72 ч, т. е. с включением в спектр вихрей все большего и большего масштабов, увеличивается и вклад в общую кинетическую энергию пульсационного движения. Оказалось, что с ростом T_0 от 3 до 24 ч параметр M увеличивается, например, для горизонта 10 м до 80%, а при осреднении до 48 ч — до 92% (рис. 5).

Рассмотренный случай характерен для больших значений средней скорости ($\bar{U}=44\text{--}51$ см/с). Если рассмотреть функцию $M(T_0)$ в поверхностном слое для шести последовательных рядов наблюдений над течениями (от 25.VI до 28.VIII 1969 г., полигон в районе Ялты) с разными значениями $\bar{U}$, то M существенно варьирует при одних и тех же T_0 . На рис. 5 при осреднении от 3 до 24 ч можно выделить две группы кривых: 1) кривые 4—6 характерны для ситуации со сравнительно большими средними скоростями ($\bar{U}=41\text{--}46$ см/с). Вклад энергии для зональной компоненты растет от 45—52 до 65—80% и меридиональной от 57—67 до 80—87%; 2) кривые 1—3 соответствуют ситуациям со слабыми скоростями ($\bar{U}=18\text{--}22$ см/с). Вклад энергии здесь меньше; для зональной компоненты он изменяется от 15—17 до 25—35% и для меридиональной от 25—32 до 37—65%.

Следовательно, вклад в суммарную дисперсию существенно изменяется во времени даже в летние месяцы, что обусловлено усилением течений для отдельных периодов за счет штормовой деятельности. Зимой, когда скорости течений изменяются во времени в более широком диапазоне (от 10—20 до 70—100 см/с) колебания M во времени будут более значительными.

Для указанных групп кривых процессы анизотропны, так как различия в σ^2 и M между зональными и меридиональными компонентами существенны (рис. 4, 5).

Таким образом, для режима «сильных» течений ($\bar{U}=40\text{--}50$ см/с) при интервале масштабов до суток ($T_0 \leq 24$ ч) на зональную компоненту приходится до 65—80% общей дисперсии, а на меридиональную — 80—87%. Для режима «слабых» течений получается соответственно 25—35 и 37—65%. Следовательно, обнаружены разные закономерности в распределении вклада различных пульсаций в общую дисперсию, зависящие от режима осредненной скорости. Говоря о спектре масштабов до суток, мы имеем в виду весь спектр пульсаций: инерционные, сейшевые, за счет внутренних волн и др.

Следует заметить, что если параметр M дает представление об интегральном вкладе дисперсии всех колебаний от начала шкалы T_0 до данного значения T_0 в общую дисперсию σ_c^2 , то с помощью функции $\sigma_U^2(T_0)$ (рис. 1) можно оценить также вклад в общую дисперсию отдельных участков спектра. Для этого находят разность дисперсии между двумя значениями T_0 , например для интервала между T_0' и T_0'' , и полученную разность $\Delta\sigma_U^2 = \sigma^2(T_0'') - \sigma^2(T_0')$ делят на суммарную дисперсию σ_c^2 :

$$K = \frac{\Delta\sigma^2}{\sigma_c^2} \% \quad (3)$$

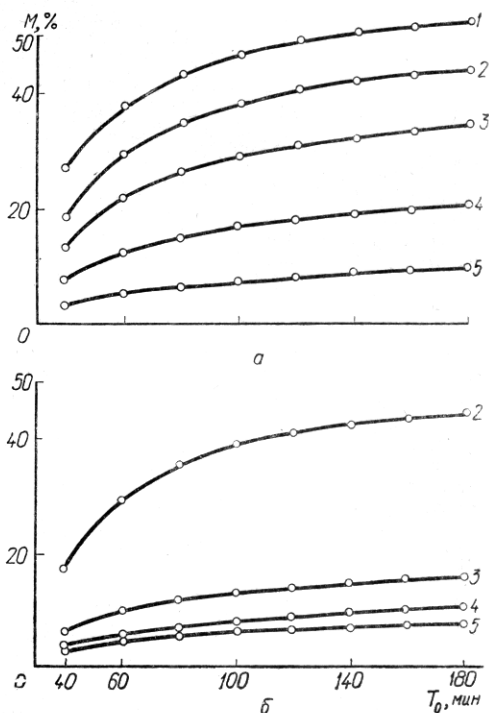


Рис. 4. Изменчивость параметра M в зависимости от масштаба осреднения T_0 при $U \cos \alpha$ (а) и $U \sin \alpha$ (б) на разных горизонтах:

1 — 10 м; 2 — 25 м; 3 — 50 м; 4 — 80 м; 5 — 0,5 м. Интервалы сглаживания 40 мин — 3 ч.

Найденные значения K соответствуют масштабу $(T_0' + T_0'')/2$. Для примера на рис. 6 приведены графики функции $K(T_0)$ для участка спектра от 40 мин до 3 ч. Приращения дисперсии находили для интервалов времени 20 мин. Оказалось, что в рассматриваемом интервале периодов сглаживания для всех горизонтов (от 25 м до тонкого придонного слоя — 0,5 м от дна) наибольший вклад вносят пульсации, обусловленные колебаниями с масштабами от 40 до 80 мин. Если в поверхностном слое этот вклад достигает 10—12%, то в промежуточных слоях (50—80 м) и в тонком придонном слое он в два — шесть раз меньше. Такой дифференцированный анализ позволяет изучить роль наиболее типичных или

характерных процессов, влияющих на турбулентность морских потоков.

Примем в первом приближении, что $T_0 = 24$ ч — это временной масштаб, отделяющий длиннопериодные колебания ($T_0 > 24$ ч) от мало- и среднепериодных колебаний ($T_0 < 24$ ч). Тогда, по данным на полигоне в районе Ялты, вклад длиннопериодных колебаний в общую дисперсию составляет для верхней группы кривых (рис. 5, 4—6) для зональной компоненты — 20—35%, для меридиональной — 17—20%. Следовательно, на среднепериодные и сравнительно малопериодные колебания приходится 65—83%. Для нижней группы кривых (1—3) соответственно получается: для зональной компоненты вклад длиннопериодных колебаний возрастает до 65—75%, для меридиональной — до 35—63%. Вклад мало- и среднепериодных колебаний уменьшается до 25—37%. Примерно

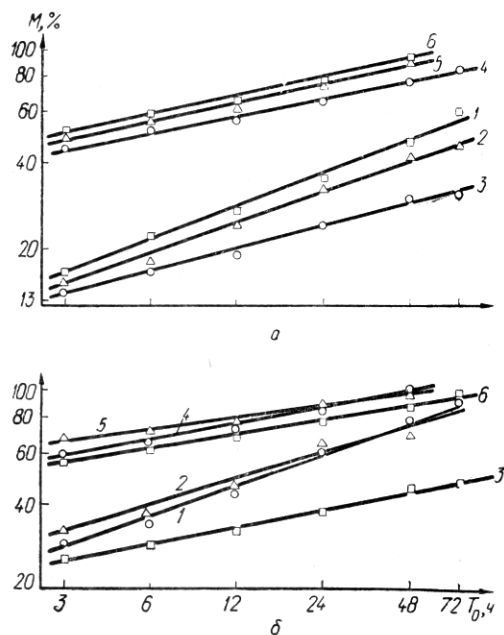


Рис. 5. Изменчивость параметра M в зависимости от масштаба осреднения T_0 при $U \cos \alpha$ (а) и $U \sin \alpha$ (б):

1—6 — кривые для последовательных рядов наблюдений с 25.VI по 28.VIII 1969 г. Интервалы сглаживания 3—72 ч.

такое же соотношение при различных скоростных режимах наблюдается в других районах Черного моря.

Для объяснения такого распределения можно предложить следующую феноменологическую модель. Когда Черное море охвачено относительно сильной циркуляцией и в зоне основного потока наблюдаются интенсивные течения, флуктуации вектора скорости (и его компонент) обусловлены переносом через заданную точку целого ансамбля турбулентных вихрей с временными масштабами до 24 ч (вызванных инерционными колебаниями, колебаниями сейшевой природы, или эффектами внутренних волн* и др.). Эти процессы способствуют тому, что основной вклад дисперсии происходит в интервалах мало- и среднепериодных процессов.

* Не будем вдаваться в анализ вопроса о различении волн и турбулентности, поскольку это очень сложный вопрос. В работах А. С. Мониной [4], С. А. Китайгородского с соавт. [3] и др., в которых рассматриваются возможные подходы к такому разделению по данным о случайных полях, показаны трудности и перспективы исследований в этой области.

В ситуации со слабой циркуляцией в зоне основного потока ($\bar{U} \approx 20$ см/с) главный вклад вносят процессы крупного масштаба ($T_0 \approx 24$ ч). Возможно это эффекты, связанные с циркуляцией атмосферы. Они могут проявиться через длиннопериодные колебания барического поля. Н. З. Пинус и В. А. Шнайдман [5] указывают, что вклад дисперсии длиннопериодных колебаний ветра ($T_0 > 3$ суток) в суммарную дисперсию достигает 70%. Другим механизмом длиннопериодных колебаний могут служить «импульсы» в водообмене через Босфор, т. е. длиннопериодные колебания в поступлении средиземноморских вод в Черное море, или длиннопериодные колебания стоковых компонент течений

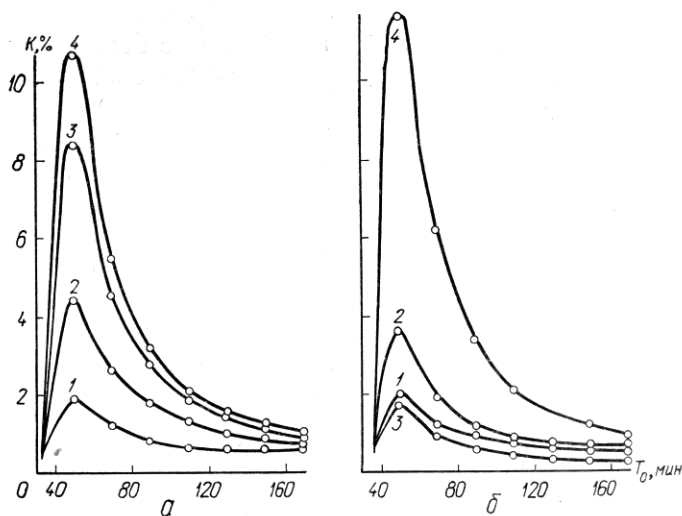


Рис. 6. Зависимость параметра K от периода осреднения T_0 в интервале масштабов $T_0 = 40-180$ мин при $U \cos \alpha$ (а) и $U \sin \alpha$ (б) на разных горизонтах:

1 — 25 м; 2 — 50 м; 3 — 80 м; 4 — 0,5 м от дна.

(из-за колебаний речного стока в море). Естественно, что эти механизмы, будучи сами по себе слабыми, могут действовать как при слабой, так и при сильной циркуляции вод Черного моря. Можно предположить, что при сильной циркуляции влияние механизмов, обеспечивающих длиннопериодные колебания, менее существенно (они затухеваются более интенсивными процессами). Напротив, при ослаблении циркуляции вод (когда создаются неустойчивые, «размытые» поля течений) влияние этих механизмов становится значительным и преобладающим (от 35—63 до 65—75% вклада в общую дисперсию).

Естественно, что на процессы перемешивания наибольшее влияние оказывают турбулентные образования малого и среднего масштабов. Они ответственны, например, за внутреннее перемешивание в пятнах и струях, за их форму и т. д.

Таким образом, можно резюмировать изложенные данные по изменчивости дисперсии пульсаций скоростей течений у приглубых шельфов Черного моря.

1. Установлена зависимость дисперсии пульсационной скорости течений от периода сглаживания рядов наблюдений T_0 ; основное возрастание σ_U^2 происходит в интервалах масштабов сглаживания до $T_0 = 12-24$ ч.

2. Выявлена зависимость дисперсии от осредненной скорости, которая в общем виде аппроксимируется степенной функцией вида $\sigma_U^2 \sim (\bar{U})^n$. Отсутствие такой связи для некоторых реализаций и колебания

показателя степени n предположительно связывается с изменчивостью режимов турбулентности.

3. Дисперсия с глубиной в общем убывает, но в промежуточных слоях (25—50 и 35—80 м) могут наблюдаться максимальные ее значения. Таким образом, в этих слоях возможно развитие крупных энергонесущих вихрей, обуславливающих здесь интенсивное горизонтальное перемешивание.

4. Обнаружены разные закономерности в распределении вклада различных пульсаций в общую дисперсию, зависящие от режима осредненной скорости. Для режима «сильных скоростей» ($\bar{U} = 40\text{—}50$ см/с) на интервал временных масштабов до $T_0 = 24$ ч приходится 80—87% общей дисперсии; при скоростях течений до $\bar{U} = 20$ см/с этот вклад не превышает 37—65% общей дисперсии. Предполагается, что такое распределение связано с интенсивностью общей циркуляции вод Черного моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зац В. И., Кандыбко В. В. Зависимость среднемасштабного горизонтального обмена от определяющих факторов и его пространственная изменчивость у приглубых шельфов.— В кн.: Процессы перемешивания и водообмена в Черном море и их влияние на биологическую продуктивность. К., «Наук. думка», 1972, с. 96—111.
2. Зац В. И. и др. Опыт теоретического и экспериментального исследования проблемы глубоководного сброса сточных вод на примере района Ялты. К., «Наук. думка», 1973, с. 159—188.
3. Китайгородский С. А. и др. О различии внутренних волн и турбулентности по данным о флуктуациях температуры в океане.— Изв. АН СССР, ФАО, 1973, 9, № 3, с. 1265—1267.
4. Монин А. С. Турбулентность и микроструктура в океане.— Успехи физических наук, 1973, 109, вып. 2, с. 333—353.
5. Пинус Н. З., Шнайрман В. А. Закономерности структуры поля ветра для различных масштабов движения.— Изв. АН СССР, ФАО, 1971, 7, № 12, с. 1231—1241.
6. Riley G. The parameters of turbulence in the sea.— J. Marine Res., 1951, 10, N 3, p. 247—248.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
4.III 1975 г.

УДК 551.46.09:628.394(26)

Е. А. Куфтаркова, Л. Г. Сеничкина

ДИНАМИКА ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА, САПРОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ И ФИТОПЛАНКТОНА ПРИ БИОХИМИЧЕСКОМ ОКИСЛЕНИИ НЕСТОЙКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

При решении проблемы рационального удаления хозяйственно-бытовых сточных вод в море с использованием глубоководных и сверхдальних выпусков необходимо изучить процессы биохимического окисления как одного из факторов самоочищения. В результате минерализации нестойкого органического вещества (НОВ) накапливается двуокись углерода и увеличивается ее парциальное давление. Поскольку двуокись углерода является биологически активным газом, жизнедеятельность растительного планктона и микроорганизмов оказывает влияние на динамику форм углекислотно-карбонатной системы.

В данной статье сделана попытка установить взаимосвязи между двуокисью углерода, сапрофитными бактериями и фитопланктоном при биохимическом окислении нестойкого органического вещества.

Экспериментальные исследования осуществляли методом моделирования процесса распада НОВ путем биохимического окисления в скляночных условиях с заданными внешними параметрами: различной кон-