Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 4

ГЕОХИМИЯ

В. А. ЕГОРОВА

О ДИНАМИКЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФОСФАТОВ В ПРИБРЕЖНОМ РАЙОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

(Представлено академиком А. П. Виноградовым 2 III 1955)

Изучение фосфатного режима имеет большое значение для понимания не только биологической продуктивности Черного моря, но и динамики его водных масс. Фосфатному режиму Черного моря посвящена немногочисленная литература ([2–4]), характеризующая лишь отдельные районы преимущественно открытой части моря.

Материал настоящей статьи представляет результат 3-летних наблюдений Черноморской станции Института океанологии АН СССР за гидрохимическим режимом в 20-мильной зоне северо-восточной части моря. Стандартные разрезы проводились почти ежемесячно с июня 1951 г. по июнь 1954 г. (всего сделано 34 разреза). Пробы воды в каждом разрезе брались с глубин 0; 5 *; 10; 25; 50; 75; 100; 150 и 200 м на расстоянии от берега 0,25; 1,5; 3 **; 8 и 20 миль. Определение фосфатов проводилось по методу Дениже — Аткинса в модификации С. В. Бруевича ([1]) с внесением солевых поправок.

Полученные результаты показали непостоянство распределения фосфатов по горизонтали и вертикали как в разные годы, так и в течение года. При этом в основном слое фотосинтеза (0—50 м) колебания фосфатов по вертикали в течение года сравнительно невелики. Но с увеличением глубин амплитуда заметно возрастает. Так например, в 8 милях от берега (см. рис. 1) содержание фосфатов в течение трех лет изменялось в слое 0—50 м от 0 до 14 мг P в 1 м^3, а на глубине 200 м — от 21 до 195 P в 1 м^3. Характер вертикального распределения фосфатов в августе иной, чем в весенние месяцы (феврале, марте, апреле). В августе более или менее постоянная концентрация фосфатов наблюдается в слое 0—50 м, после чего с глубиною концентрация неравномерно нарастает до 175—195 мг P в 1 м^3 (на глубине 200 м). Для весенних же месяцев характерно равномерное распределение фосфатов от поверхности до 75—100 м и в некоторых случаях даже до 150 м, а затем возрастание с глубиною, однако не столь значительное, как в августе. В 8 милях от берега содержание фосфатов на глубине 200 м было 29 III 1952 г. 106 мг P в 1 м^3, 17 II 1953 г. 68 мг/м^3 и 17 III 1954 г. 45 мг/м^3. Характерно, что наиболее низкое содержание фосфатов на глубине 200 м в весеннее время наблюдалось в 1954 г., после наиболее суровой зимы, когда температура воды на глубине 75 м понижалась до 5,57°, в то время как минимальная температура в 1953 г. была 6,85°, а в 1952 г. 7,14°. Повидимому, характер вертикального распределения фосфатов в значительной мере зависит от интенсивности конвекционного перемешивания, наиболее резко выраженного в весенние месяцы, когда плотность поверхностного слоя воды наибольшая (до 14,45) и наименее выраженного в августе, при минимальной плотности поверхностного слоя (до 10,20).

* В 1954 г. вместо горизонта 5 м пробы брались с 15 м.
** В 1954 г. станция была перенесена на 5 миль от берега.

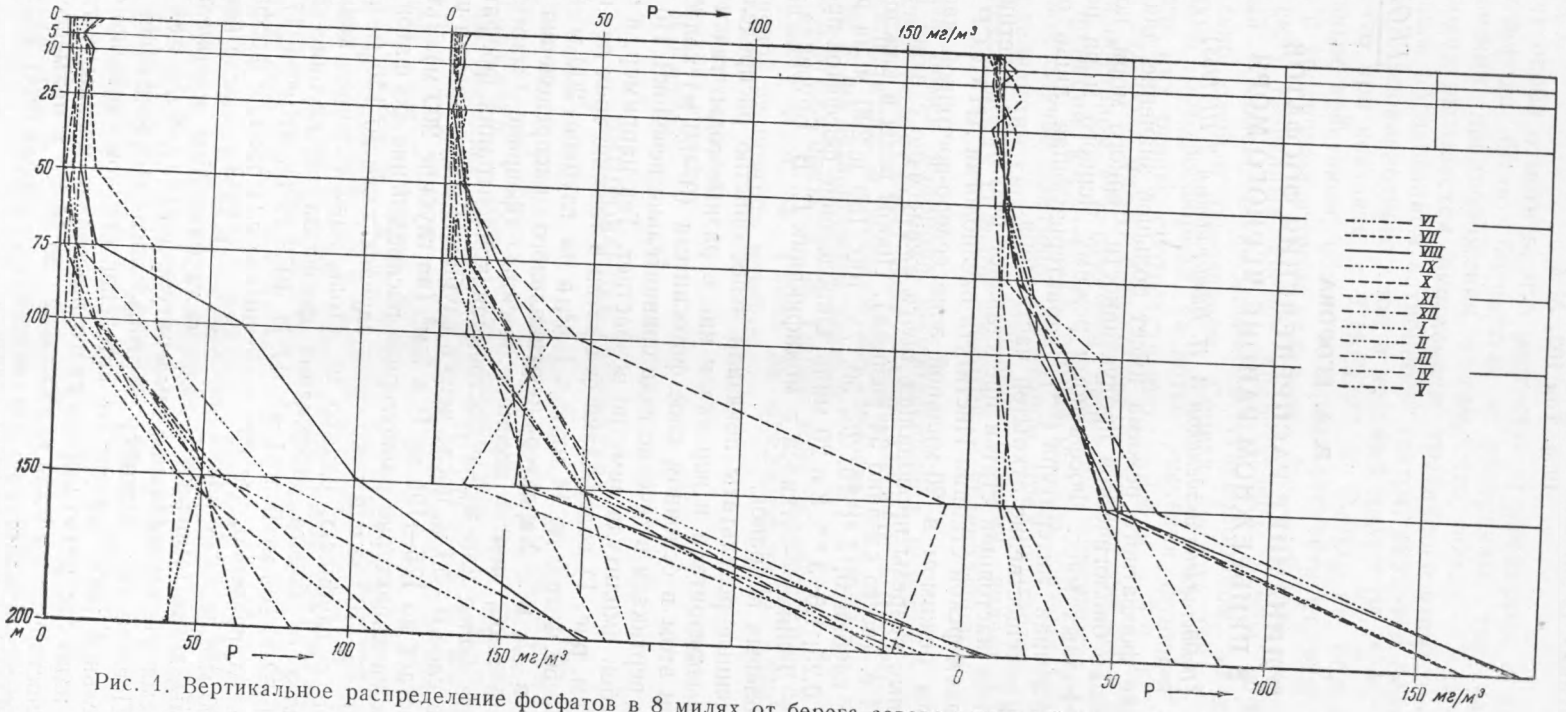


Рис. 1. Вертикальное распределение фосфатов в 8 милях от берега северо-восточной части Черного моря (P в мг/м³)

Однако изменения концентрации фосфатов в весеннее время наблюдаются и ниже слоя непосредственного действия конвекционного перемешивания, если принять его мощность для Черного моря не более 125 м. Очевидно, движение воды, возбуждаемое, быть может, тем же конвекционным перемешиванием, происходит и в более глубоких слоях, но имеет иной характер и предположительно в некоторой степени может напоминать мертвую зыбь на поверхности моря.

Помимо ежегодных понижений концентрации фосфатов в весеннее время на глубине 200 м низкие значения концентрации Р наблюдаются и в другие месяцы, но эти понижения не связаны с сезонностью. Например, в 8 милях от берега низкие значения концентрации фосфатов на глубине 200 м за трехлетний период наблюдались: в декабре 1951 г. 34 мг Р в 1 м³, в мае 1952 г. 62 мг/м³, в июле 1952 г. 61 мг/м³, в июле 1953 г. 70 мг/м³, в ноябре 1953 г. 35 мг/м³. Сопоставление этих и подобных им данных с гидрометеорологическими условиями соответствующих периодов показывает, что изменения концентрации фосфатов ниже слоя непосредственного действия конвекционного перемешивания наступают в связи с изменениями ветрового режима. Известно, что под влиянием ветра образуются поверхностные и внутренние волны, а также сгонно-нагонные явления, особенно хорошо выраженные в прибрежной зоне. Обнаружить влияние внутренних волн на вертикальное распределение фосфатов нам не удалось. Учащенные разрезы в марте — апреле 1954 г. показали, что на протяжении 2 мес. на горизонте 200 м неизменно были низкие концентрации фосфатов, начавшие расти лишь в мае и еще более значительно в июне (рис. 2), тогда как если бы были изменения под влиянием внутренних волн с их коротким периодом они этими разрезами могли бы быть обнаружены.

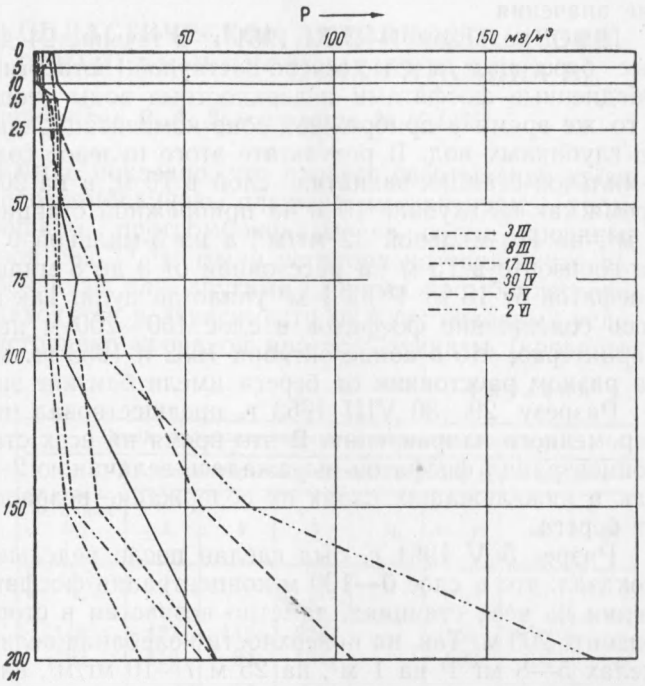


Рис. 2. Вертикальное распределение фосфатов в 5 милях от берега северо-восточной части Черного моря в 1954 г.

Концентрация фосфатов в основном слое фотосинтеза (0—50 м) в одни и те же месяцы различных лет на разном расстоянии от берега далеко не постоянна. Наряду со случаями равномерного распределения наблюдались повышенные концентрации у берега или, наоборот, в 20 милях от него. Эти изменения хорошо увязываются с изменениями ветрового режима, который, повидимому, оказывает основное влияние на распределение фосфатов в одни и те же сезоны. Отмечен ряд случаев прямой зависимости горизонтального и вертикального распределения фосфатов от сгонных и нагонных ветров. Приведем некоторые данные, полученные при различных ветровых режимах

Разрез 30—31 VII 1951 г. был проведен после 9 дней с нагонными

морскими ветрами юго-западной четверти, силою 2—5 баллов. Обнаружено увеличение концентрации фосфатов в слое 0—100 м на 8- и 20-мильных станциях, тогда как на ближайших к берегу станциях произошло снижение. Увеличение содержания фосфатов от станции в 0,25 мили до станции в 20 милях от берега было в поверхностном слое, соответственно, от 2 до 9 мг Р в 1 м³, в слое 25 м от 1 до 18, на глубине 50 м от 3 до 16. На глубине 100 м на 3-мильной станции было 20 мг Р в 1 м³, а на 20-мильной 31 мг/м³. В июле 1952 и 1953 гг. в результате штилевых погод и слабых ветров переменных направлений в слое фотосинтеза содержание фосфатов на разном расстоянии от берега имело очень близкие значения.

Перед разрезом 1—2 XI 1951 г. в течение 24 дней подряд дули сгонные береговые ветры северо-восточной четверти, силою 2—8 баллов. Обедненные фосфатами поверхностные воды отошли от берега, вызвав в то же время в прибрежной зоне компенсационный подъем относительно глубинных вод. В результате этого нулевое содержание фосфатов на 8-мильной станции захватило слой в 75 м, а на 20-мильной — 50 м, в то время как на глубине 10 м на прибрежной станции их стало 24 мг Р на 1 м³, на 1½-мильной 32 мг/м³, а на 3-мильной 9 мг/м³. В то же время на горизонте в 75 м на расстоянии от 3 до 8 миль от берега количество фосфатов от 18 мг Р на 1 м³ упало до нуля. Так же значительно снизилось содержание фосфатов в слое 100—200 м на удаленных станциях. Характерно, что в конце октября 1952 и 1953 гг. концентрации фосфатов на разном расстоянии от берега имели близкие значения.

Разрезу 29—30 VIII 1953 г. предшествовал период слабых ветров переменного направления. В это время на всех станциях в слое 0—25 м концентрация фосфатов выражалась величиною 2—3 мг Р на 1 м³, тогда как в нижележащих слоях их содержание возрастало по мере удаления от берега.

Разрез 5 V 1954 г. был сделан после недельной штилевой погоды и показал, что в слое 0—100 м концентрации фосфатов имели близкие значения на всех станциях, заметно возрастая в сторону моря лишь на горизонте 200 м. Так, на поверхности колебания величин выражались в пределах 5—8 мг Р на 1 м³, на 25 м 7—10 мг/м³, на 50 м 14—17 мг/м³, на 75 м 21—27 мг/м³ и на 100 м 27—29 мг/м³.

Приведенные примеры не единичны и позволяют сделать вывод, что в периоды штилевой погоды или слабых ветров переменного направления концентрации фосфатов в основном слое фотосинтеза (0—50 м) во всей 20-мильной прибрежной зоне одинаковы, а в нижележащих горизонтах наблюдается возрастание величин от берега к открытому морю. В периоды береговых сгонных ветров на некотором расстоянии от берега, в зависимости от силы и продолжительности ветра, в слое 0—200 м наблюдаются более низкие концентрации фосфатов, чем в самой прибрежной зоне и, наоборот, в зоне более удаленной в море. При морских нагонных ветрах прибрежные воды обедняются фосфатами в сравнении с более удаленными от берега водами. Таким образом, характер горизонтального и вертикального распределения фосфатов в прибрежной зоне Черного моря в значительной степени зависит от интенсивности конвекционного перемешивания и ветрового режима.

Черноморская экспериментальная
научно-исследовательская станция
г. Геленджик

Поступило
26 X 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] С. В. Бруевич, Методика химической океанографии, 1933. [2] С. В. Бруевич, Тр. Инст. океанологии, 7 (1953). [3] Я. К. Гололобов, ДАН, 66, № 3 (1949). [4] Н. И. Чигирин, Тр. Севастопольск. биост., 2 (1930).