

А. Ю. ГОНЧАРОВ

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ВЫПУСКА СТОЧНЫХ ВОД В ОДЕССКОМ ЗАЛИВЕ

Рассматривается влияние аварийного выпуска сточных вод на гидрохимический режим и первичную продукцию района моря, прилегающего к Одесскому побережью южнее мыса Большой Фонтан. Описано пространственное распределение некоторых загрязняющих веществ и величин ПП. Рассматриваются факторы, влияющие на формировании гидрохимического и гидро-биологического режимов исследуемого района.

Одним из важнейших факторов загрязнения прибрежной части моря является сброс в морскую воду сточных вод разного происхождения. В городе Одессе функционируют две станции биологической очистки сточных вод, расположенных по краям Одесского залива (СБО "Северная" и СБО "Южная"), перерабатывающие стоки 1,3-миллионного города. Величина сброса СБО "Южная" – 57600 тыс. м³/год, что составляет 50,2 % от объема выпуска сточных вод на всем побережье Одесского залива. При этом со стоком СБО "Южная" в море поступает 95 % взвешенных веществ (8640 т/год), 91 % аммонийного азота (1238,4 т/год), 81 % нефтепродуктов (23 т/год) (от объема выпуска всех сточных вод, поступающих в прибрежную зону залива) [6]. Выпуск воды, прошедшей очистку на СБО "Южная" должен осуществляться за 20-метровой изобатой (рис. 1, станция 10). Однако, в 1996 г. произошел разрыв нитки коллектора в непосредственной близости от берега (300 м) на глубине 8,5 м, где и стал осуществляться аварийный выпуск сточной воды (ст. 3). В связи с этим перед нами была поставлена задача оценить влияние сброса на состояние прилегающего участка моря.

Материал и методы. В рамках исследований, проводимых Одесским филиалом ИнБЮМ НАНУ, 13–14 и 18 сентября 1996 г. на 15 станциях Одесского залива были отобраны пробы в поверхностном и придонном горизонтах. Всего отобрано 30 проб. На каждой станции определялись температура, соленость, рН, содержание растворенного кислорода, перманганатная окисляемость, БПК₅, все формы фосфора и азота. Для анализов пробы фильтровались через мембранные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм. Определения проводили по стандартным методикам [2, 4, 5]. Фосфаты определялись с аскорбиновой кислотой, азот аммонийный – фенолят-гипохлоритным методом, нитриты – с реактивом Грисса, нитраты – методом восстановления в редукторе с омедненным кадмием, органические формы азота и фосфора сжигали в автоклаве с персульфатом калия.

Первичная продукция (ПП) определялась скляночным методом в кислородной модификации. Данные по ПП были любезно предоставлены с.н.с. С.А. Саркисовой.

Результаты и обсуждение. Сточная вода, выходящая из трубы с глубины 8,5 м, ввиду меньшей плотности поднималась на поверхность. Поэтому максимальные концентрации веществ (ст. 3) наблюдались в поверхностном горизонте: PO₄ – 0,064 мг·л⁻¹; NH₄ – 0,297 мг·л⁻¹; Nорг. – 3,355 мг·л⁻¹; БПК₅ – 3,36 мгО·л⁻¹, при наименьшей солености (14 ‰) и рН (8,22) воды. Невысокой величине рН, свидетельствующей о низкой скорости продукционных процессов, соответствовала малая величина первичной продукции в поверхностном горизонте ст. 3 – 0,07 мгО·л⁻¹·сут⁻¹ (0,03 мгС·л⁻¹·сут⁻¹). Необходимо отметить, что при удалении от места выпуска концентрации вышеперечисленных веществ быстро снижались, достигая фоновых значений на расстоянии 1000 м (рис. 2, 3) от места аварии. Величина первичной продукции при этом возрастала с 0,09 до 1,87 мгО·л⁻¹·сут⁻¹ (0,03–0,7 мгС·л⁻¹·сут⁻¹) (рис. 2). Особенностью в распределении гидрохимических показателей на этом участке было некоторое увеличением их концентраций на ст. 1 и 8.

Это, возможно, обусловлено гидродинамическими условиями районов вблизи мысов [1], либо, что более вероятно, является следом от сточной воды в условиях ме

© А.Ю. Гончаров, 2001

няющейся ветровой ситуации, что подтверждается угнетением здесь первичной продукции, составившей $0,05 \text{ мгО} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ ($0,02 \text{ мгС} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$) (рис. 3).

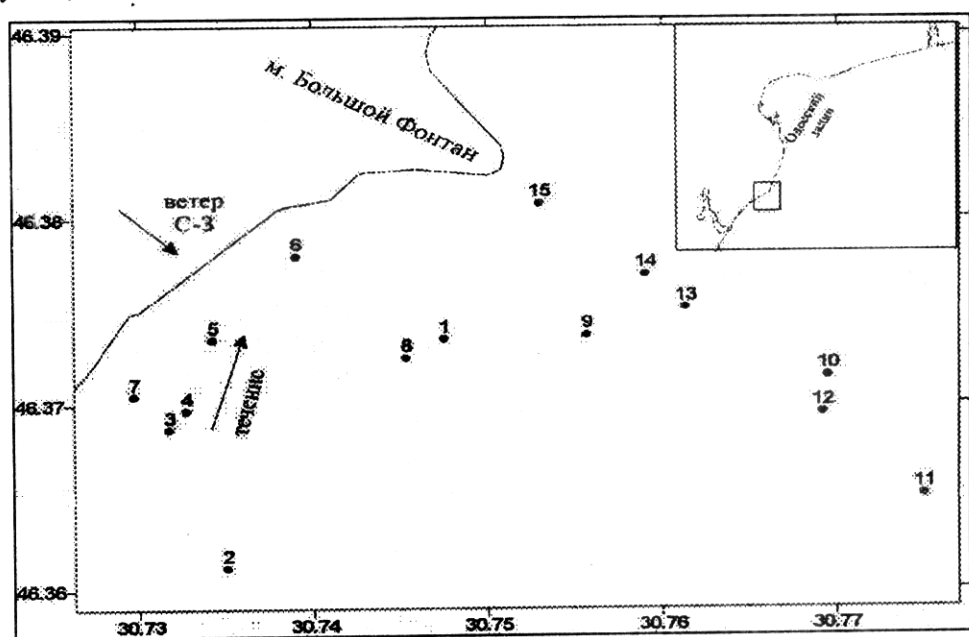


Рисунок 1. Схема станций в Одесском заливе

Figure 1. Stations scheme in the Odessa Bay

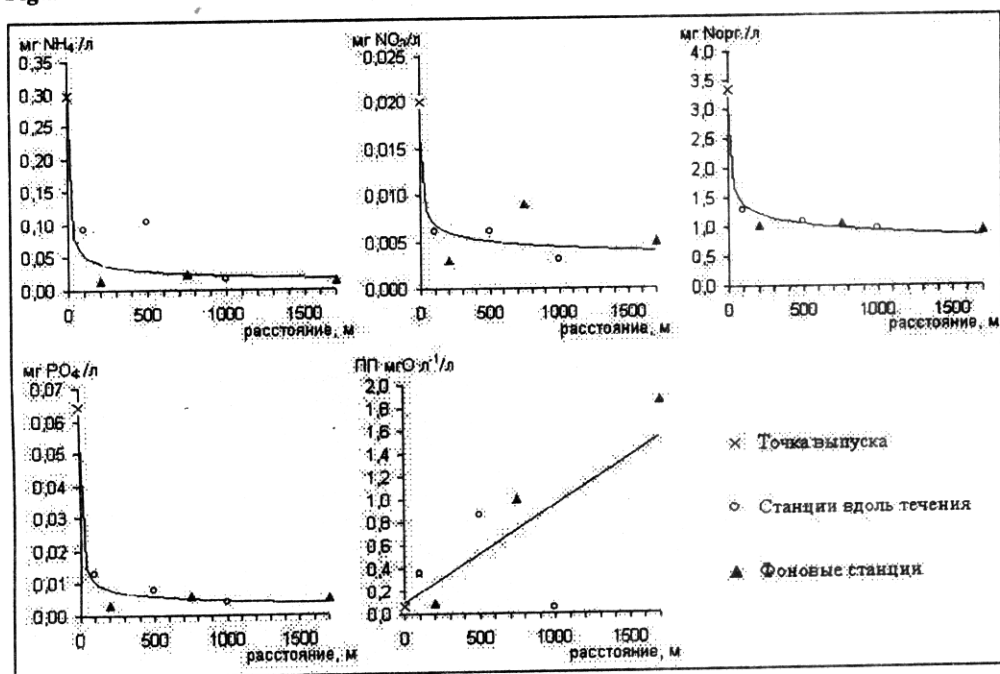


Рисунок 2. Изменение концентрации ($\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$) фосфатов, азота аммония, нитратного и органического азота, а также величины первичной продукции ($\text{мгО} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$) в поверхностном горизонте при удалении от точки выпуска (станции вдоль течения – 4, 5, 6; фоновые станции – 2, 7, 9)

Figure 2. Changing of the phosphate, ammonium nitrogen, nitrate- and organic nitrogen concentrations ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$), and of the primary production value ($\text{mgO} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$) in surface layer at a distance from the discharge point (stations along the stream – 4, 5, 6; background stations – 2, 7, 9)

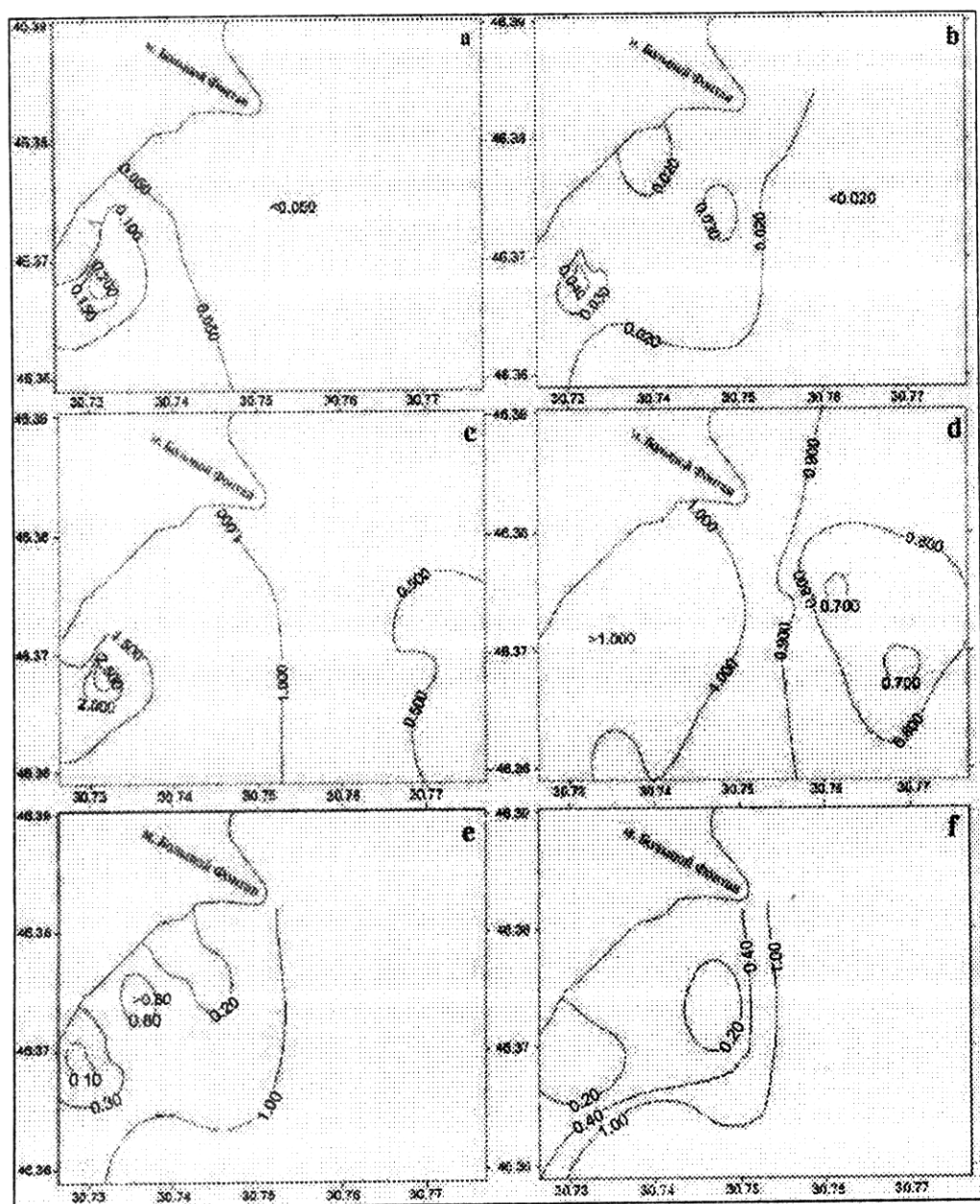


Рисунок 3. Пространственное распределение азота аммонийного ($\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$) (а – поверхность, б – дно), азота органического ($\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$) (с – поверхность, д – дно), и первичной продукции фитопланктона ($\text{мгO}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{сут}^{-1}$) в поверхностном горизонте (е) и потенциальной первичной продукции ($\text{мгO}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{сут}^{-1}$) в придонном (ф) горизонте 13-14 сентября 1996 г.

Figure 3. Space distribution of ammonium nitrogen ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (a – surface, b – bottom), organic nitrogen ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) (c surface, d – bottom) and the primary production ($\text{mgO}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$) in the surface layer (e) and of the potential primary production ($\text{mgO}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$) in the bottom layer (e) in September 1996

Отмечено увеличение органического азота ко дну до 1,024–1,136 $\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$ в узко прибрежной зоне (ст. 5–7 и 15).

На мористых станциях, удаленных от района выпуска на 1000 и более метров, наблюдалось возрастание величины первичной продукции до 0,99–1,87 $\text{мгO}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{сут}^{-1}$ (0,37–0,70 $\text{мгC}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{сут}^{-1}$) (рис. 3, е, ф). По всей видимости, это объясняется гидродинамическим эффектом формирования приграничной зоны максимальной продукции в зоне

смешения сточных и морских вод. Значения биогенов здесь варьировали в следующих пределах: фосфаты $0,003-0,006 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$, фосфор органический – $0,015-0,040 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$, азот аммонийный $0,013-0,051 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$, нитраты – $0,004-0,009 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$, азот органический – $0,089-1,068 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$, перманганатная окисляемость – $4,10-5,58 \text{ мгО}\cdot\text{л}^{-1}$, БПК₅ – $0,61-1,23 \text{ мгО}\cdot\text{л}^{-1}$.

Необходимо отметить, что данный район всегда был обеспечен биогенными веществами, концентрации которых редко снижались до нулевых значений [1, 3]. Это объясняется тем, что изучаемая акватория находится под влиянием не только сброса вод с очистных сооружений, но сюда при определенных ветровых ситуациях проникают трансформированные речные воды из Днепро-Бугского и Днестровского лиманов. Обилие как растворенного, так и взвешенного органического вещества на этом участке моря способствует его накоплению в придонном слое. В свою очередь, это приводит к дефициту кислорода в условиях стратификации водных масс, характерной для данного, осеннего, периода. Здесь на глубине 20 м и более почти ежегодно отмечаются поля гипоксии ($\text{O}_2 - 0-2,85 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$) [3]. Гидродинамические условия этого района моря могут способствовать перемещению слоя с низким содержанием кислорода с глубин 20 м и более на прибрежное мелководье.

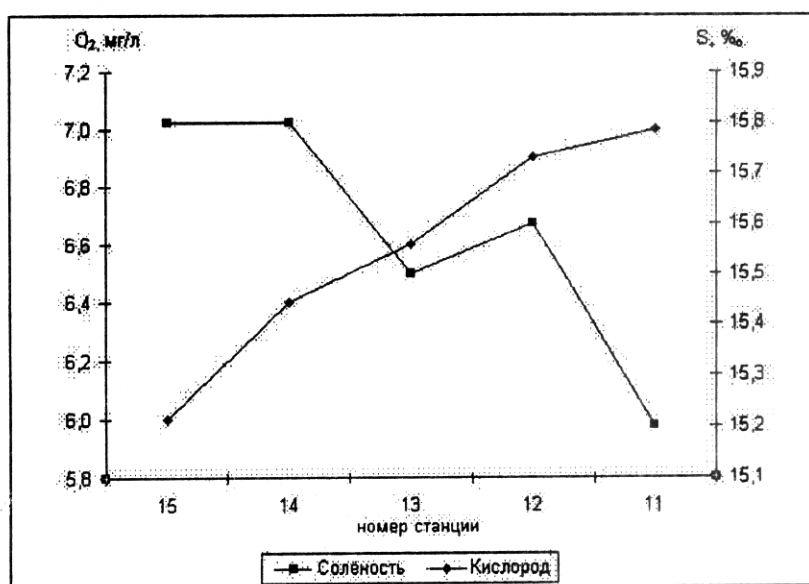


Рисунок 4. Изменение величины солености (‰) и содержания кислорода ($\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$) в поверхностном горизонте по ходу сгона

Figure 4. Changing of salinity value (‰) and oxygen concentrations ($\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$) in the surface layer at a distance from the coast

В период съёмки было установлено, что почти на всех станциях исследованного участка было невысокое содержание кислорода ($2,0-7,1 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$). Такие значения характерны для осеннего периода и являются следствием развития деструкционных процессов. На мористых станциях (2, 9 и 10) на горизонте 10 м был обнаружен слой с низким содержанием кислорода ($2,0-3,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$). На глубине 20 м и более содержание кислорода несколько возрастало ($3,2-4,6 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$) (ст. 10 - 15), что указывает на подход вод из открытой части моря. В период исследования преобладал северо-западный ветер, имеющий сгонное направление. Съёмка, выполненная 18.09.96 г. и направленная от мыса Большой Фонтан в сторону открытого моря (ст. 11 - 15), позволила установить перемещение глубинной, более соленой морской воды с низким содержанием кислорода по направлению к берегу (рис. 4)

Таким образом, было установлено, что на фоне природных процессов, характерных для исследованного участка прибрежной зоны моря (м. Большой Фонтан, г. Одесса),

влияние аварийного выпуска сточных вод на состояние водной среды имеет локальный характер. По данным гидрохимических и гидробиологических исследований (по первичной продукции), зона непосредственного влияния сточной воды ограничена радиусом 1000 м.

1. *Большаков В.С.* Трансформация речных вод в Чёрном море / Биологические проблемы океанографии южных морей (Материалы юбилейной научной сессии). - Киев: Наук. думка, 1969. - С. 48 - 50.
2. *Методы гидрохимических исследований океана.* - М.: Наука, 1978. - 261 с.
3. *Разработка критериев выбора объектов культивирования и мест размещения марихозяйства: 2.23. Гидрохимическая характеристика вод в районе м. Б. Фонтан: исполнитель Гаркавая Г.П. (Заключительный отчет) / ОФ ИнБЮМ. Руководители темы Зайцев Ю.П., Золотарев В.Н. № ГР 01.85.0012030; инв. № 95.* - Одесса, 1988. - С. 24 - 40.
4. *Руководство по химическому анализу морских вод.* - С. - Петербург: Гидрометеиздат, 1993. - 218 с.
5. *Шишкина Л.А.* Гидрохимия. - Л.: Гидрометиздат, 1974. - 287 с.
6. *Black Sea Environmental Priorities Study / National report of Ukraine.* - New York: United Nations Publications, 1998.

Одесский филиал Института биологии южных морей НАНУ,
г. Одесса

Получено 26.09.2001

A. Yu. GONCHAROV

HYDROCHEMICAL REGIME AND PRIMARY PRODUCTION OF PHYTOPLANKTON IN REGION OF SEWAGE WATERS ACCIDENTAL DISCHARGE IN ODESSA BAY

Summary

The influence of sewage waters discharge on the hydrochemical characteristic and primary production of the region along the Odessa seacoast to the south of cape Bolshoy Fontan is considered. The space distribution of some pollutants and quantities of primary production are described. The processes influencing on the formation of hydrochemical and hydrobiological regimes in the region are investigated.

ДО

ЧН: