

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГЕЛЕНДЖИКСКОЙ БУХТЫ ЛИВНЕВЫМ СТОКОМ

Проанализированы результаты гидрохимических съёмок в акватории Геленджикской бухты, выполненных с целью определения объемов загрязняющих веществ, выносимых ливневыми стоками. Установлено, что загрязнение морской воды проявляется в образовании отдельных линз с высокой концентрацией загрязняющих веществ вблизи источников загрязнения. В Геленджикской бухте коэффициент горизонтального обмена воды очень мал, поэтому пятна «грязной» воды сохраняются в течение длительного времени. Во время действия ветра, направленного с берега в море, загрязненная вода уходит в море, её замещает чистая вода открытого моря. Рассчитаны объемы сбрасываемых в бухту нефтепродуктов и тяжелых металлов.

В последние десятилетия активно изучаются процессы загрязнения Черного моря. В ряде работ отмечена высокая эффективность естественного самоочищения Прикавказской шельфовой зоны [2, 3]. Этому способствуют несколько факторов. Важнейшим из них являются антициклонические вихри, развивающиеся между струей Основного Черноморского течения и берегом и выносящие из береговой зоны загрязненную воду. При слабых ветрах (1 - 2 м/с) течения оказывают решающее влияние на циркуляцию вод в бухте. При умеренных ветрах (3 - 4 м/с) водообмен и циркуляция в бухте формируются совместно режимом течений и ветром, при штормовых ветрах решающая роль принадлежит действию ветра. Основное влияние оказывают ветры, которые направлены в бухту (Ю, ЮЗ) или из бухты (С, СВ).

Распределение и состав ЗВ в Прикавказской зоне Черного моря указывают на их терригенное происхождение [4]. Основными поставщиками загрязнения являются реки, приморские города, сельхозугодья и порты. Значительный объем ЗВ поступает в морскую воду с ливневым стоком. Например, можно привести результаты исследования состава воды реки Су-Аран, водосборный бассейн которой расположен в черте города Геленджик. Река собирает в себя большую часть ливневого стока с территории города, и в результате состав ее приближается к составу неочищенных хозяйственно-бытовых стоков (табл.1). В местах выпуска ливневой канализации после дождей концентрация ЗВ увеличивается в десятки раз, многократно превосходя значения ПДК для рыбохозяйственных водоемов. В полузамкнутых акваториях (одной из них является Геленджикская бухта) в силу ухудшенного водообмена происходит накопление ЗВ вблизи берега, индикатором чего служит повышенная концентрация ЗВ в донном осадке. На рис.1 хорошо заметен ареал загрязнения осадка вблизи устья реки Су-Аран.

Рисунок 1. Распределение ЗВ в донном осадке Геленджикской бухты (суммация, в долях ПДК).
Figure1. Pollutants distribution in the bottom sediment of the Gelendzhik Bay (summation, part of MPC)

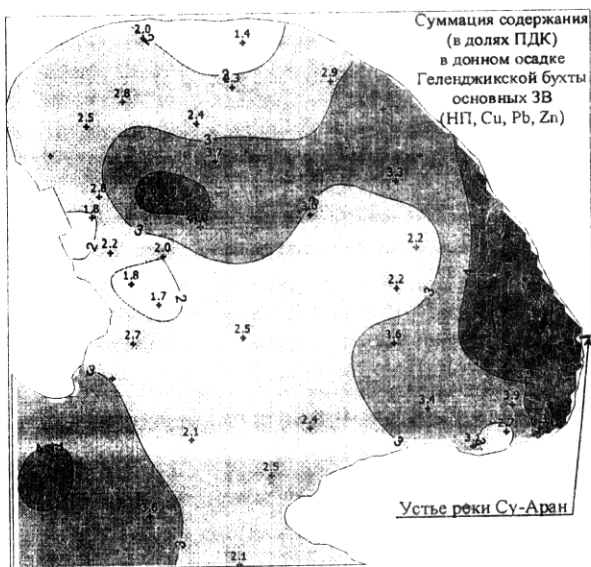


Таблица 1. Концентрация загрязняющих веществ в воде реки Су-Аран
Table 1. Pollutant concentration in Su-Aran River water

№ пп	Наименование показателя	Ед. измерения	Концентрация
1	БПК ₅	мг/дм ³ O ₂	80.7-113.4
2	Взвешенные вещества	мг/дм ³	111.2-150.2
3	Азот аммонийный	мг/дм ³	13.8-24.5
4	Азот нитритов	мг/дм ³	0.032-0.047
5	Азот нитратов	мг/дм ³	5.0-7.0
6	Хлориды	мг/дм ³	25.0-57.2
7	Сульфаты	мг/дм ³	35.4-79.1
8	СПАВ	мг/дм ³	5.4-6.7
9	Фосфаты	мг/дм ³	2.81-17.47
10	Железо общее	мг/дм ³	0.9-3.8
11	ХПК	мг/дм ³	127.4-164.8
12	Растворенный кислород	мг/дм ³	3.2-4.0
13	Фенолы	мг/дм ³	1.5-1.97
14	ПАУ	мг/дм ³	7.3-13.4
15	Коли-индекс	мг/дм ³	1.4×10 ⁺⁶
16	Нефтепродукты	мг/дм ³	43.8-69.4
17	Марганец	мг/дм ³	2.114-3.152
18	Свинец	мг/дм ³	1.118-4.486
19	Цинк	мг/дм ³	7.14-8.51
20	Сухой остаток	мг/дм ³	1949.9

Мы поставили задачу определить объёмы загрязняющих веществ, выносимых в Геленджикскую бухту ливневыми стоками, а также скорости выноса загрязненной воды в открытое море.

Материал и методы. 4 августа 2000 г. Южным отделением Института океанологии РАН была выполнена гидрохимическая съёмка Геленджикской бухты. Съёмке предшествовала следующая гидрометеорологическая ситуация. После продолжительного отсутствия осадков на фоне полного штиля прошли сильные ливни. Во время отбора проб под действием северо-восточного ветра (от берега) поверхностный слой воды (содержащий основную массу поступивших накануне с ливневым стоком загрязнений) оторвался от берега и начал дрейфовать к выходу из бухты. В придонном слое начался приток чистой морской воды из открытого моря, у берега она начала выходить на поверхность. Таким образом, удалось зафиксировать процесс выноса загрязненной воды из Геленджикской бухты, и замещение ее в придонном слое чистой водой открытого моря.

Результаты и обсуждение. После обработки полученных проб морской воды были построены карты распределения основных биогенов (рис. 2 - 5) и загрязняющих веществ по акватории бухты. Содержание кремния в поверхностных водах бухты повышено по сравнению с открытым морем (5,20 - 3,20 мМ/л соответственно). Это объясняется влиянием берегового стока, особенно сильным после прошедших ливневых дождей. Содержание нитратов в загрязненной воде, выходящей из бухты, достигает 1,3 мМ/л, а в чистой воде, поднявшейся у берегов, – 0,5 мМ/л. Содержание аммонийного азота в бухте ниже, чем в открытом море, за исключением северного и юго-восточного районов бухты, где оно повышается до 0,95 - 1,00 мМ/л. На большей части акватории минеральный фосфор на поверхности был отмечен в следовых количествах. Однако в северо-западной части его содержание резко повышается до 0,40 мМ/л. Очевидно, во время съёмки расположенный в этой части бухты рыбзавод сбрасывал загрязненную воду, и течением ее выносило к выходу из бухты. Концентрация органического фосфора в поверхностных водах бухты значительна (1,4 - 1,6 мМ/л), что указывает на низкую скорость минерализации Рорг. до фосфатов [1, 6].

Пятно воды, загрязненной нефтепродуктами, отмечено у Толстого мыса. Максимальная их концентрация составляет 0,02 мг/л. При этом содержание нефтепродуктов в чистой морской воде у берега составляет 0,004 - 0,006 мг/л. Главным источ-

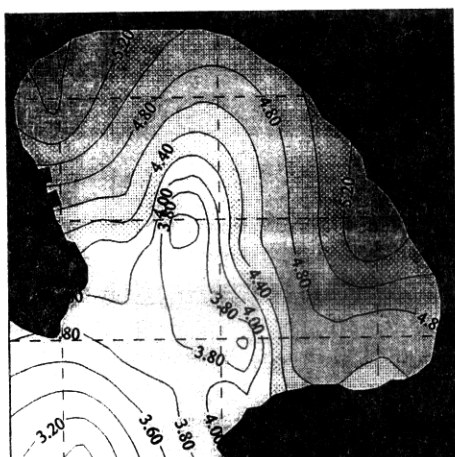


Рисунок 2. Распределение кремния в поверхностном слое морской воды (мкмоль/л)
Figure 2. Distribution of silicon in surface layer of water

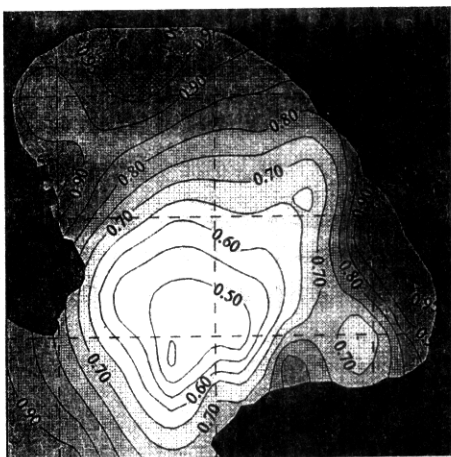


Рисунок 3. Распределение аммония в поверхностном слое морской воды (мкмоль/л)
Figure 3. Distribution of ammonia in surface layer of water

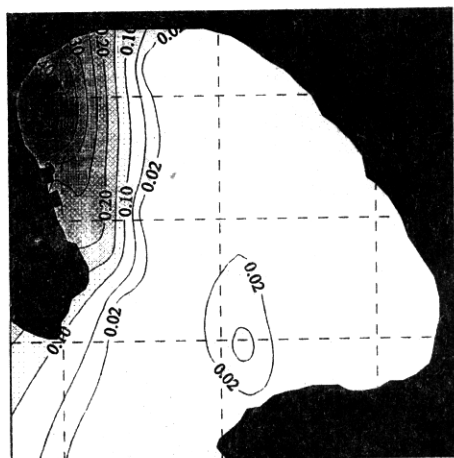


Рисунок 4. Распределение фосфатов в поверхностном слое морской воды (мкмоль/л)
Figure 4. Distribution of phosphate in surface layer of water

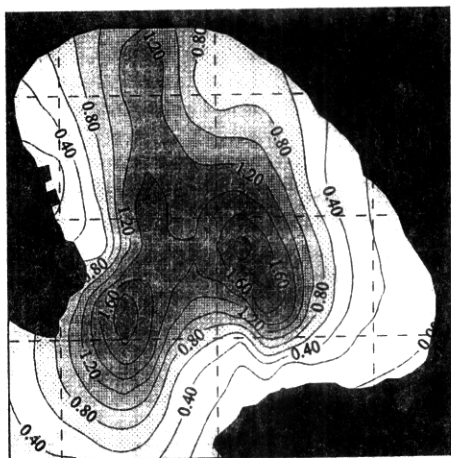


Рисунок 5. Распределение P_{org} в поверхностном слое морской воды (мкмоль/л)
Figure 5. Distribution of P_{org} in surface layer of water

ником нефтепродуктов является территория, прилегающая к центру города. Ливневой сток здесь локализуется в реке Су-Аран, поставляющей в бухту основной объем нефтепродуктов. После усиления ветра пятно загрязненной нефтепродуктами воды начало двигаться вдоль юго-восточного берега бухты в сторону выхода из нее (проходя при этом вдоль городского пляжа).

Содержание ртути на поверхности бухты незначительно (0,3 мкг/л). Лишь около Толстого мыса ее концентрация возрастает до 0,45 мкг/л, что также может быть связано со стоком реки Су-Аран. Содержание цинка и свинца имеет два максимума - в гирле бухты и в восточной части. В распределение кадмия наблюдается локальный максимум в западной части бухты. Максимум концентраций меди явным образом связан с влиянием располагающихся в непосредственной близости виноградников (вблизи Тонкого мыса), - 0,024 мг/л при фоновом значении 0,002 - 0,004 мг/л.

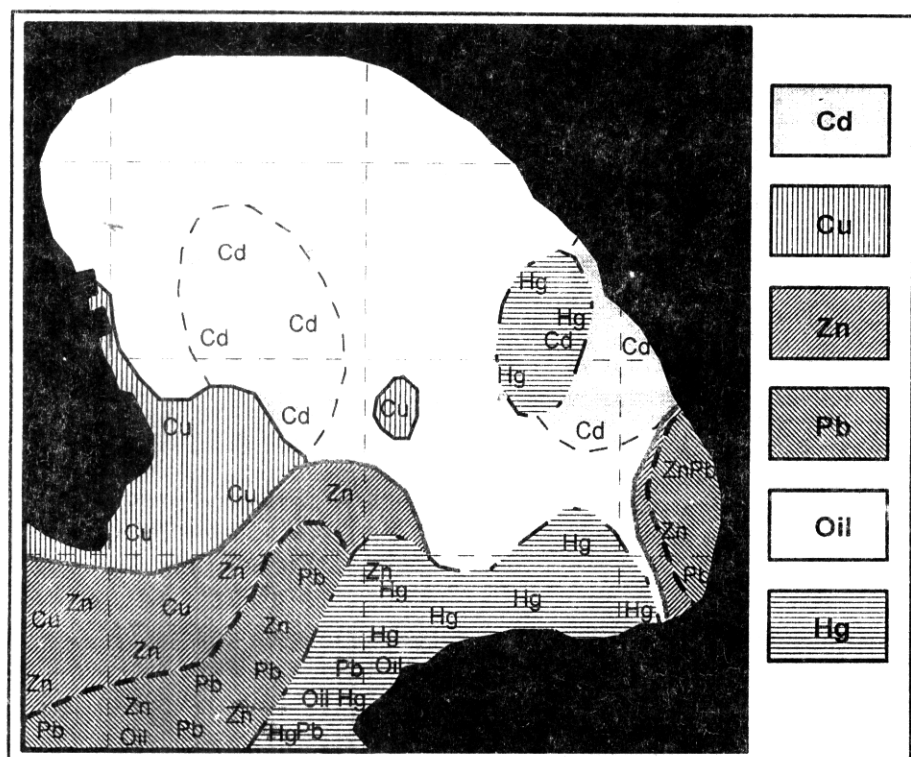


Рисунок 6. Ареалы с повышенным содержанием ЗВ в морской воде
Figure 6. Areas with raised maintenance of pollutants in sea water

Расчёты показали, что в приповерхностных линзах загрязнённой морской воды содержится около 230 кг нефтепродуктов (при расчетах из измеренной концентрации нефтепродуктов вычиталось фоновое содержание ЗВ в воде открытого моря). Аналогичные расчеты для тяжелых металлов (в 5-метровом слое) показали, что в бухту было сброшено меди 93 кг, цинка – 413, свинца – 114, кадмия – 46 и ртути 17 кг. Поскольку предшествующий съёмке бездождевой период длился около 2-х мес., можно допустить, что сильный ливень 2 августа смыл с территории города загрязнения, накопившиеся за два месяца. Следовательно, можно оценить ориентировочно объём ЗВ, поступающих в течение года в Геленджикскую бухту с суши: нефтепродуктов – 1380 кг, меди – 558, цинка – 2478, свинца – 684, кадмия – 276 и ртути 102 кг.

Результаты наблюдений позволяют говорить о том, что экологическая обстановка на большей части акватории удовлетворительная, существенных признаков ее эвтрофикации не зарегистрировано. Биологическое сообщество бухты справляется с деструкционной переработкой поступающей в бухту органики [5]. Зимой же, когда значительно снижается потенциал биологического самоочищения, частые сильные ветра способствуют механическому самоочищению.

Выводы. Основным поставщиком загрязняющих веществ в Геленджикскую бухту является ливневой сток с территории города. На общее количество попадающих в бухту с территории города загрязняющих веществ после ливня влияет продолжительность предшествующего бездождевого периода, интенсивность ливня, сезон года. Важнейшим элементом механизма водообмена бухты с открытым морем при ослаблении течений является ветер. Во время северо-восточных ветров происходит вынос в поверхностном слое загрязненной воды из бухты и приток в придонном слое относительно чистой морской воды открытого моря. При ветрах южных румбов вынос воды из бухты происходит в придонном слое.

Процесс замещения воды в бухте занимает от 1 до 10 суток в зависимости от силы и направления ветра. При неблагоприятной гидрометеорологической ситуации (интенсивный ливневой сток при отсутствии ветра и слабых течениях в прилегающей акватории открытого моря) происходит накопление ЗВ и органики в воде и донном осадке вблизи источников загрязнения. В таких местах наблюдается угнетение биологического сообщества, и, как следствие, снижается потенциал биологического самоочищения.

1. *Есин Н.В., Крыленко В.В., Якушев Е.В.* Процессы загрязнения и механизмы самоочищения Геленджикской бухты. // Известия ВУЗов (Северо-Кавказский регион), - Ростов-на-Дону, 2001.- Спецвыпуск. - С. 66 - 69.
2. *Косьян Р.Д., Комаров А.В. и др.* Состояние береговой зоны под воздействием природного и антропогенного факторов. // Техногенное загрязнение и процессы естественного самоочищения Прикавказской зоны Черного моря. - М. : Недра, 1996. - С. 105 - 132.
3. *Овчинников И.М., Титов В.Б., Кривошея В.Г. и др.* Гидрологическая структура и динамика вод. //Техногенное загрязнение и процессы естественного самоочищения Прикавказской зоны Черного моря. - М. : Недра, 1996. - С. 133 - 202.
4. *Шимкус К.М., Комаров А.В.* Особенности накопления и концентрации загрязняющих веществ в процессе седиментогенеза // Техногенное загрязнение и процессы естественного самоочищения Прикавказской зоны Черного моря. - М. : Недра, 1996. - С. 415 - 432.
5. *Шимкус К.М., Комаров А.В., Сорокин Ю.И. и др.* Особенности естественного самоочищения. // Техногенное загрязнение и процессы естественного самоочищения Прикавказской зоны Черного моря. - М. : Недра, 1996. - С. 433 - 458.
6. *Якушев Е.В., Есин Н.В., Крыленко В.В. и др.* Влияние антропогенных факторов на гидрохимическую структуру прибрежных вод в районе Геленджикской и Голубой бухт // Наука Кубани. - Краснодар, 2000. - № 4. - С. 38 - 44.

Южное отделение Института Океанологии им. П.П.Ширшова РАН,
г. Геленджик

Получено 20.10.2001

V. V. KRYLENKO, N. V. ESIN

POLLUTION OF GELENDZHIC BAY BY RAIN FLOW

Summary

The results of hydrochemical survey fulfilled in the water area of Gelendzhik Bay for the purpose to determine the amount of pollutants brought with storm waters are analyzed. It was revealed that sea water pollution is manifested in formation of separate lenses of water with a high concentration of pollutants near the source of pollution. In Gelendzhik Bay a coefficient of horizontal water exchange is very small, that's why spots of "dirty" water remain for a long time. When offshore winds blow, dirty water goes away to the open sea and clean water from the open sea occupies its place. Volume of oil products and heavy metals discharged into the bay is calculated.