

УДК 551.464

## БИОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СУХУМСКОЙ АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Гицба Я.В., Абхазский государственный университет, Сухум, Абхазия  
Дбар Р.С., Гидрофизический институт АН Абхазии, Сухум, Абхазия  
Экба Я.А., Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик, Россия

В эвтрофированных водах создаются благоприятные условия для поглощения растениями биогенных элементов непосредственно из окружающей водной среды. Это способствует интенсивному накоплению фитопланктона в верхних слоях воды и гибели донных растений из-за недостатка кислорода. Он здесь поглощается организмами – редуцентами, не перерабатывающими органические вещества планктона после его отмирания (Секи, 1986).

Под эвтрофикацией вод понимают обогащение их биогенными элементами, особенно азотом или фосфором или веществами их содержащими.

Основная масса азота в форме  $N_2$  сосредоточена в атмосфере, в которой содержится в количестве  $3,8 \cdot 10^{15}$  т. Часть газа  $N_2$  растворена в воде Мирового океана (Добровольский, 1999).

Главным поставщиком азота в биосферу являются недра Земли: основным накопителем – атмосфера, точнее – тропосфера. Состав атмосферного газа непрерывно обновляется благодаря циклическим процессам массообмена, связывающим атмосферу с мировой суши, педосферой, океаном и его осадками.

Для глобального цикла фосфора главное значение имеет миграция элемента в тесно связанных системах биологического круговорота и континентального стока. Фосфор, как и азот, значительно активнее участвует в биологическом круговороте в океане, чем на суше. Поступление фосфора в океан обеспечивается континентальным стоком. В нем фосфор находится в составе комплексных анионов, дисперсного органического вещества и минеральных взвесей.

Хозяйственная деятельность вносит существенные изменения в массообмен фосфора в пределах суши. Прогрессирующее внесение в обрабатываемые почвы фосфорных удобрений, значительная часть которых смывается, служит одним из главных факторов эвтрофикации озер и мелководных прибрежных участков эликоонтинентальных морей. В производстве фосфорных удобрений используется около  $14 \cdot 10^6$  т фосфора в год. Не менее сильное загрязнение соединениями фосфора происходит бытовыми и промышленными стоками (Добровольский, 1999).

В современный период в поверхностном слое среднесезонные концентрации аммонийного азота изменяются от  $< 5$  до  $430$  мкг/л. Максимум содержания аммония для фотического слоя ( $200$  мкг/л) зарегистрирован в поверхностном слое вблизи устья р. Дунай (Гидромет..., 1996).

Исследования (Гидромет, 1996) показали, что в открытой части моря среднее содержание аммонийного азота в поверхностных водах –  $27$  мкг/л, на глубине  $40$  м – около  $40$  мкг/л.

Весной в поверхностных водах моря содержание аммонийного азота в прибрежных районах составляет  $167$ , а центральных – около  $100$  мкг/л; летом –  $42$  и  $3$  мкг/л соответственно; осенью в прибрежных районах –  $192$  мкг/л, зимой –  $269$  мкг/л. Таким образом, в распределении аммония по акватории моря прослеживается тенденция увеличения его концентрации по мере приближения к прибрежным участкам.

Сезонная динамика содержания аммонийного азота показывает его максимум зимой и минимум летом. Внутригодовой ход содержания аммония связан с различной степенью его потребления фитопланктоном.

Наибольшее влияние на распределение фосфатов в поверхностном слое оказывают загрязнение промышленными, сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми водами, материковый сток, а также подъем придонной взвеси на мелководье. Обо всем этом свидетельствует тенденция к увеличению содержания фосфатного фосфора по мере приближения к прибрежным участкам. Наиболее обогащенными по фосфатам зонами моря являются юго-восточный и северо-западный районы. В открытых частях моря содержание фосфатов обычно меньше 10 мкг/л. (Гидромет..., 1996).

#### СЕЗОННОЕ И ГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АБХАЗСКОЙ АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ

В Сухумской акватории Черного моря мониторинг концентрации биогенных элементов в поверхностном слое морской воды ведется Государственной службой экологической безопасности и охраны окружающей среды (ГСЭБиООС) совместно с Гидрофизическим институтом АН Абхазии (ГИАНА).

Динамика распределения биогенных элементов в Сухумской акватории Черного моря прослеживалась с 1999 по 2002 годы. Наблюдения велись в различных пунктах г. Сухум: Сухумская бухта, р-н Диоскурия, большой причал, медицинский пляж (Синоп), ГИАНА.

Наблюдения за сезонным распределением фосфора и азота в 1999-2002 гг. проводились также в некотором отдалении от берега Сухумской акватории Чёрного моря, в следующих пунктах: в центральной части акватории сухумской бухты (1 км от берега), в 2 км южнее оконечности сухумского мыса, в 5 км мористее на юг оконечности сухумского мыса.

Анализ данных распределения азота (N) в Сухумской акватории Чёрного моря (табл.1), показывает, что наибольшая концентрация этого элемента наблюдается в районе сухумской бухты (5 мг/л), а наименьшая концентрация наблюдается в районе ГИАНА (1,00 мг/л).

Таблица 1  
Сезонное распределение азота в различных пунктах Сухумской акватории  
Чёрного моря в 2001-2002 гг. (мг/л)

Месяцы	Сухумская бухта		Район Диоскурия		Большой причал		Синоп		ГИАНА	
	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N
I	0,027	3,6	0,0197	1,8	0,014	2,6	0,008	0,45	0,006	1,7
II	0,0413	4,4	0,015	2,2	0,0142	2,5	0,009	1,7	0,008	2,7
III	0,0434	4,5	0,02	3,0	0,015	2,9	0,093	1,9	0,008	2,3
IV	0,029	4,0	0,014	2,7	0,0151	2,9	0,01	1,9	0,006	2,4
V	0,037	4,5	0,013	2,3	0,017	1,4	0,007	1,1	0,007	1,0
VI	0,036	3,9	0,017	2,7	0,016	2,1	0,013	2,0	0,009	1,7
VII	0,028	5,0	0,012	2,2	0,017	1,7	0,008	1,2	0,0079	1,6
VIII	0,031	4,9	0,0167	2,5	0,019	2,8	0,011	1,5	0,0069	1,9
IX	0,038	3,4	0,0203	2,2	0,022	3,1	0,0109	1,8	0,0075	3,0
X	0,045	4,2	0,0119	1,6	0,031	3,0	0,014	1,3	0,0084	2,8
XI	0,029	4,0	0,019	1,7	0,023	2,0	0,01	1,1	0,0069	1,7
XII	0,036	4,5	0,018	2,9	0,02	2,1	0,012	2,1	0,0075	2,3

Пространственное распределение фосфора (P) (табл.1) таково, что его максимальная концентрация наблюдается в р-не Сухумской бухты (0,045 мг/л), минимальная – в районе ГИАНА (0,006 мг/л).

Таким образом, в отношении пространственного распределения N и P можно сказать, что концентрация биогенных элементов во всех пунктах наблюдений не превышает ПДК, однако наиболее загрязненным участком побережья является Сухумская бухта, а наименее загрязнены медицинский пляж (Синоп) и Сухумский мыс ГИАНА).

Усредненные данные по распределению азота и фосфора в Сухумской акватории Черного моря, были получены сезонные колебания этих элементов в период с 1999 по 2002 гг., которые представлены на рис. 1.

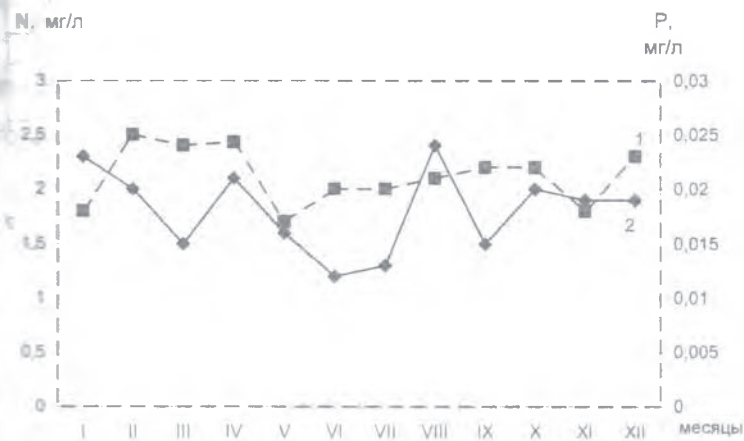


Рис.1. Сезонное колебание биогенных элементов в Сухумской акватории Черного моря в период с 1999 по 2002 гг.

1 - средняя концентрация азота, 2 - средняя концентрация фосфора

Динамика сезонного колебания азота показывает, что с января по апрель его содержание в морской воде увеличивается, достигая максимума в апреле (2,43 мг/л), минимальное содержание наблюдается в январе и ноябре (1,8 мг/л). Сезонное колебание фосфора таково, что его содержание в летний период наименьшее (0,012 мг/л) в августе оно возрастает, достигая 0,024 мг/л, затем постепенно уменьшается осенью и снова возрастает к зиме. В отличие от распределения азота, концентрация фосфора уменьшается с января по март, в остальной период концентрации биогенных элементов ведут себя синхронно, достигая наименьших значений в весенне-летний период, что связано с интенсивным усвоением биогенов фитопланктоном.

Из анализа таблицы 2 видно, что наибольшая средняя концентрация азота наблюдается в прибрежной зоне (2,4 мг/л), с удалением от берега его концентрация уменьшается (0,36 мг/л). Концентрация фосфора с удалением от берега уменьшается с 0,018 мг/л до 0,0058 мг/л.

Распределение азота и фосфора Сухумской акватории  
Черного моря в 1999-2002гг. (мг/л)

Месяцы	Береговая черта мг/л		Центральная часть акватории бухты (1км от берега) мг/л		В 2 км южнее сухумского мыса мг/л		В 5 км мористее на юг оконечности сухумского мыса мг/л	
	N	P	N	P	N	P	N	P
V	2,06	0,016	1,2	0,011	0,7	0,01	0,4	0,009
VI	2,48	0,018	1,4	0,008	0,65	0,007	0,33	0,006
VII	2,34	0,015	2,0	0,007	0,5	0,006	0,3	0,004
VIII	2,72	0,017	1,24	0,015	0,47	0,011	0,25	0,008
IX	2,7	0,02	0,6	0,019	1,2	0,01	0,3	0,008
X	2,58	0,022	0,3	0,015	0,3	0,009	0,3	0,007
XI	2,1	0,018	0,4	0,014	0,4	0,008	0,4	0,006
XII	2,2	0,019	1,2	0,013	0,8	0,008	0,6	0,006

Межгодовое распределение биогенных элементов рассматривалось с 1981 по 1983 гг. (Практич. экол., 1990) и с 1999 по 2002 гг. С 1981 по 1983 гг. концентрация азота в водах Абхазии имела тенденцию уменьшения с 5,9 мг/л в 1981 г до 4,7 мг/л в 1983 гг. (рис. 2).

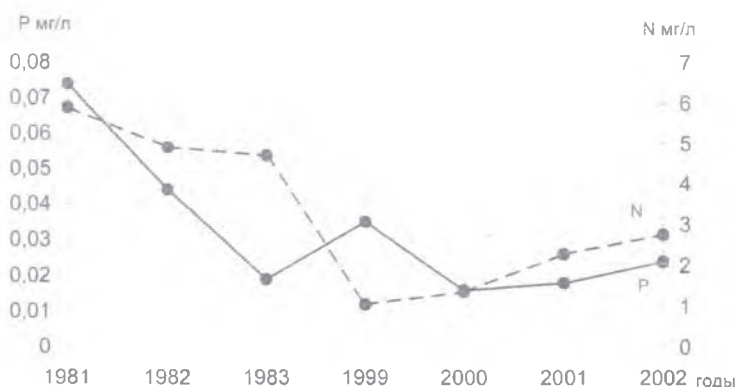


Рис. 2. Межгодовое распределение биогенных элементов Сухумской акватории Черного моря

В период с 1999 по 2002 гг. наименьшее содержание наблюдалось в 1999 г. (1,05 мг/л). С 1999 г. концентрация азота увеличивается и достигает максимума в 2002 г. (2,76 мг/л). Но если рассматривать два этих периода, то заметно, что наибольшая концентрация азота в морской акватории г. Сухум наблюдалась в первом периоде, то есть с 1981 по 1983 гг.

Распределение фосфора в морской акватории Сухума показывает, что в период с 1981 по 1983 гг. его концентрация резко уменьшилась (Практ. экол., 1990). В 1981 г. его

содержание в морской воде составляло 0,074 мг/л, а в 1983 г. - 0,019 мг/л (рис.2). В интервале 1999-2002 гг. наименьшая концентрация (0,016 мг/л) наблюдалась в 2000 г., наибольшая в 1999 г. (0,035 мг/л).

В целом, в последние годы концентрация биогенов в Сухумской акватории Черного моря сократилась в 2-3 раза по сравнению с 80-годами, что, по нашему мнению, связано с уменьшением применения удобрений в сельском хозяйстве, сокращением площадей сельхозугодий и снижением объемов промышленных стоков.

#### ЛИТЕРАТУРА

Гидрометеорология и гидрохимия морей. Современное состояние загрязнения вод Черного моря (под ред. Симонова А.И., Рябина А.И.). Севастополь: ЭКОСИ-Геофизика, 1996. Т. IV. Вып. 3. С. 129-151.

Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Высшая школа, 1998. 416 с.

Практическая экология морских регионов. Черное море (под ред. Кеонджяна В.П., Будина А.М., Терехина Ю.В.). Киев: Наукова Думка, 1990. 252 с.

Секи Х. Органические вещества в водных экосистемах. Л.: Гидрометеиздат, 1986.

200 с.